

ŠKOLSKÁ FYZIKA



praktický časopis pro výuku fyziky



3
2013

**Praktický časopis pro výuku fyziky
a práci s talentovanými žáky
na základních a středních školách**

Vydává: Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni ve spolupráci s ústřední komisí FO, dalšími fakultami připravujícími učitele fyziky a Českou nukleární společností pod patronací Jednoty českých matematiků a fyziků

Šéfredaktor: Karel Rauner (rauner@kmt.zcu.cz)

Výkonný redaktor: Miroslav Randa (randam@kmt.zcu.cz)

Redakční rada: Irena Dvořáková, Josef Kepka, Václav Kohout, Aleš Lacina, Miroslav Randa, Karel Rauner, Milan Rojko, Ivo Volf.

Adresa redakce: Školská fyzika, KMT FPE ZČU, Klatovská 51, 306 14 Plzeň,
Telefon: 377 636 303

Vychází: čtyřikrát ročně

Předplatné: zdarma

URL (Internet): <http://sf.zcu.cz/>

Evidováno: u Ministerstva kultury ČR pod číslem MK ČR E 11868

ISSN 1211-1511

Toto číslo vyšlo 22. listopadu 2013.

Obsah

Petra Klapková Dymešová, Ivo Volf

**Kde hledat informace k tvorbě fyzikálních úloh
s náměty ze zeměpisu? 1**

Tomáš Mohler

NGC 2264 aneb fyzika na obrázku 9

Ivo Volf

**Přehledka obhájených závěrečných prací v učitelském
studiu fyziky 12**

Lubomír Konrád

Jules Verne a jeho hrdinovia vo fyzikálnych úlohách 13

Václav Kohout

Mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“ I. 21

Irena Dvořáková

**Elektrické obvody – příklad zpracování tematického
celku s prvky vícenásobné reprezentace jevů 29**

Jana Pekařová

Citlivost oka ve světle kvantové mechaniky 37

Z internetových zdrojů vybrali Ota Kéhar, Václav Kohout

Astronomické vtípky I. 40



Kde hledat informace k tvorbě fyzikálních úloh s náměty ze zeměpisu?

Petra Klapková Dymešová, Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové;

Ivo Volf, Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové¹

Učitelé fyziky vyhledávají neustále vhodnou tematiku, kterou by podpořili zvýšení zájmu žáků o studium fyziky. Problematika spojená s turistikou, a tedy se zeměpisem, může být jednou z cest, jak toho dosáhnout. Aby učitel mohl tvořit nové úlohy podle „stříhu“ své třídy, v níž vyučuje, musí mít vhodné zdroje námětů, které dnes nachází na internetu.

Fyzikální úlohy – tedy formulace fyzikálních problémových situací – mají značný poznávací i výchovný vliv na žáky základních i středních škol, zejména v závislosti na tom, jaké cíle si učitel fyziky před sebe i před své žáky položil. Po stránce poznávací a vzdělávací je zřejmě základním úkolem seznámit žáky s moderním přístupem k řešení fyzikálních problémů. Tím je uvědomění si složitosti světa, z něhož tyto problémy vycházejí, a nutnost problémy i jejich výchozí podmínky v dostatečné míře zjednodušovat, aby se daly řešit na základě vědomostí a dovedností fyzikálních i matematických, jež odpovídají žákům základních a středních škol. Tyto myšlenky vedou k modelování, tedy řešení určitých zjednodušených modelových situací, jež jsou přístupné žákům na základě jejich předchozího vzdělání. Fyzikální úlohy mají také ukázat, že fyzikální poznání je potřebné při řešení běžných problémů ze života, že poskytuje mnoho vhodných prostředků a metod, jak se vyrovnat s řadou obtížných situací, do nichž se člověk dostane, popř. může dostat. Dalším výchovným úkolem je postupně měnit názor žáka na výuku fyziky – fyzika je způsob nazírání na svět s možností řešit problémy a působit na okolí zpětným způsobem, že nejde jen o soubor naučených vět, vzorců, grafů a diagramů, nýbrž upřesněný, často kvantifikovaný či kvantifikovatelný popis obklopující reality.

Splnit tyto úkoly není snadné, ale ani není možno najít jednotný postup při výuce. Každý žák je originálem a každá skupina žáků – třída – má jiné sociální složení a tomu musí odpovídat i určité odpovídající přístupy, metody a postupy. Jako jednotné východisko můžeme zvolit takový přístup, jenž plyne z myšlenky, že lze obtížnější řešit pomocí snadnějšího, vzdálenější pomocí bližšího, ale také málo zajímavý pomocí zajímavějšího. Proto jsme jako možnost, jak zvýšit zájem žáků o fyzikální problémové situace a následně zlepšit přístup žáků k učebnímu předmětu fyzika, zvolili cestu přes problematiku geografickou – většina žáků ráda cestuje nebo alespoň o cestování přemýšlí. Při tvorbě úloh s geografickou tematikou se opíráme o předpoklad, že zeměpis patří mezi oblíbenější předměty, než je fyzika. Snažíme se tedy využít předmětu, který není pro žáky zdánlivě tak obtížný jako fyzika. Jsme navíc přesvědčeni o tom, že publikace metodických materiálů s geografickou tematikou si najde své čtenáře (a snad i uživatele) z řad učitelů, neboť na využívání mezipředmětových vazeb je v současné době kladen velký důraz. Proto jsme připravili pro učitele (a možná i pro jejich nadané žáky s větším zájmem o fyziku) novou publikaci *Na rozhraní mezi fyzikou a zeměpisem*, která obsahuje asi stovku zajímavých fyzikálních úloh se zeměpisnou problematikou, která byla zatím publikována v elektronické podobě na stránkách <http://cental.uhk.cz>. Jsme si vědomi toho, že naše sbírka není ucelenou prací, která by svým záběrem pokrývala všechny oblasti fyziky. Primárně je soubor stovky úloh určen pro učitele gymnázií (víceletých i čtyřletých). Zajímavé úlohy však naleznou i učitelé základních škol a ostatních typů středních škol, zejména pak pro ukázkou užitečnosti fyzikálního poznání, ale i pro práci se žáky nadanými, případně výrazně nadanými pro fyziku.

Úlohy ve sbírce jsou řazeny postupně tak, jak vznikaly. Rozdělení úloh podle jednotlivých ročníků postrádá vzhledem k rozdílnosti ve *Školních vzdělávacích programech* smysl. Rovněž rozdělení podle jednotlivých tematických celků *Rámcového vzdělávacího programu* nelze jednoznačně provést, některé úlohy lze využít v několika tematických celcích, popřípadě je lze zařadit v rámci jiných předmětů, zejména pak matematiky a zeměpisu. Za

¹ ivo.volf@uhk.cz, peta.dymes@seznam.cz



zásadní považujeme u každé úlohy úvodní text doplněný obrázkem. Jejich úkolem je motivovat k řešení úlohy a zároveň poskytovat informace z jiných vědních oblastí (např. dějepisu). V zadání lze poukázat na praktické aplikace fyzikálních poznatků, nebo můžeme využít osobní příběh, který fyzikální učivo „zlidšťuje“, aby fyzika nebyla pro žáky jen suchými a pro řadu z nich málo záživnými fakty. U některých z úloh je po žácích vyžadována práce s mapou (v elektronické i tištěné podobě), či dohledání informací potřebných k řešení úlohy na internetu nebo v doporučené literatuře.

Úlohy lze považovat za náročnější vzhledem k požadavkům na čtenářskou gramotnost žáků. Nevidíme v tom však problém, čtenářskou gramotnost nelze u žáků budovat tím způsobem, že se bude zadání úloh omezovat pouze na poskytnutí nejnutnějších informací potřebných k řešení úlohy. Je nutné, aby žák nejen přečetl text, ale porozuměl jeho šíři i hloubce a v případě nutnosti našel cesty k tomu, jak doplnit zadaný text o další potřebné informace. Mnohé z úloh uvedené ve sbírce *Na rozhraní mezi fyzikou a zeměpisem* jsou vhodné pro zařazení přímo do vyučování, některé je vhodné, například vzhledem k časové náročnosti při jejich řešení, doporučit spíše pro dlouhodobé domácí úkoly či tematicky zaměřené projekty, pro něž je v této oblasti rovněž prostor. Využití sbírky vidíme i ve volitelných seminářích, zájmových kroužcích z fyziky a pro různé soutěže dětí talentovaných pro fyziku nebo obecněji pro přírodovědu.

Je nutno připomenout, že nejjednodušší cestou pro učitele fyziky, jak řešit fyzikální úlohy se zeměpisnou tematikou, je mít vhodnou sbírku, nejlépe řešených úloh, tedy úloh, které kromě zadání obsahují dostatečně podrobné řešení doplněné metodickými komentáři. Takové sbírky nejsou příliš rozšířené, i když takové úlohy byly zařazeny do prací např. J. I. Perelmana, které u nás vycházely asi před 40 lety (*Zajímavá fyzika, Zajímavá astronomie* aj.), ale kromě toho vyšly nejen v ruském originálu, ale i v anglickém překladu. Také byla přeložena kniha P. V. Makoveckij: *Vezmi rozum do hrsti* (přeložil I. Volf). Pro tvorbu úloh existují publikace, které vycházely v průběhu posledních mnoha desítek let, jako např. encyklopedická díla *Vesmír, Země*, ale také *Rekordy – Neživá příroda* od R. Čemana, *Dobrodružné plavby aneb Až na konec světa* od R. Kaye. Nepřeberné množství námětů je možno nalézt v dílech Julesa Verna apod. Samozřejmě mnoho námětů najdeme i v různých cestopisech; ty je však nutno nejprve fyzikálně formulovat.

Moderní učitel hodně využívá internetu, aby získal potřebné informace. Proto elektronické zdroje jsou pro učitele (ale i pro žáky) velmi důležité a užitečné. Na prvním místě chceme jmenovat encyklopedii Wikipedia, která podle dnešních informací obsahuje v současnosti více než 4 miliony anglicky psaných článků, německy 1,5 milionu, francouzsky 1,33 milionu, španělsky 940 tisíc, rusky 875 tisíc, ale také 261 tisíc článků psaných česky a 182 tisíc psaných ve slovenštině. Námítky proti materiálům z Wikipedie jsou všeobecně známy – psát informace tam může kdokoli, nejsou ověřované, takže nemusejí být zaručeně pravdivé, a řada dalších. Na druhé straně je nutno uznat, že zejména v anglické verzi jsou informace dosti „čerstvé“, leckdy jsou uvedeny v den události, popř. v den následující. Velmi důležité je proto užívat vhodnou verzi – často je to z výše uvedených důvodů verze anglická, která je nejrozšířenější. Dalším postupem je hledat na konci každého článku zdroje a odkazy, které byly využity při tvorbě daného materiálu. Tam je možno se často dopracovat až k originálním materiálům, na nichž byla informace založena. Tak lze řadu informací „zdůvěrohodnotit“.

Ukažme si na několika příkladech, jak je možno využít internetu k zadání a řešení fyzikálních úloh se zeměpisnou tematikou:

Úloha 1: Stanovení délky rovníku

Průměrnice povrchu Země a rovin kolmých k ose rotace se nazývají rovnoběžky. Mají různé poloměry a délky, nejdelší rovnoběžka se nazývá rovník. Prochází územím nebo teritoriálními vodami čtrnácti států, jeho délka je přibližně 40 075 km. Na obrázku na následující straně je La Mitad del Mundo, místo v Ekvádoru ležící blízko rovníku, označované jako „střed světa.“

**Zadání úloh:**

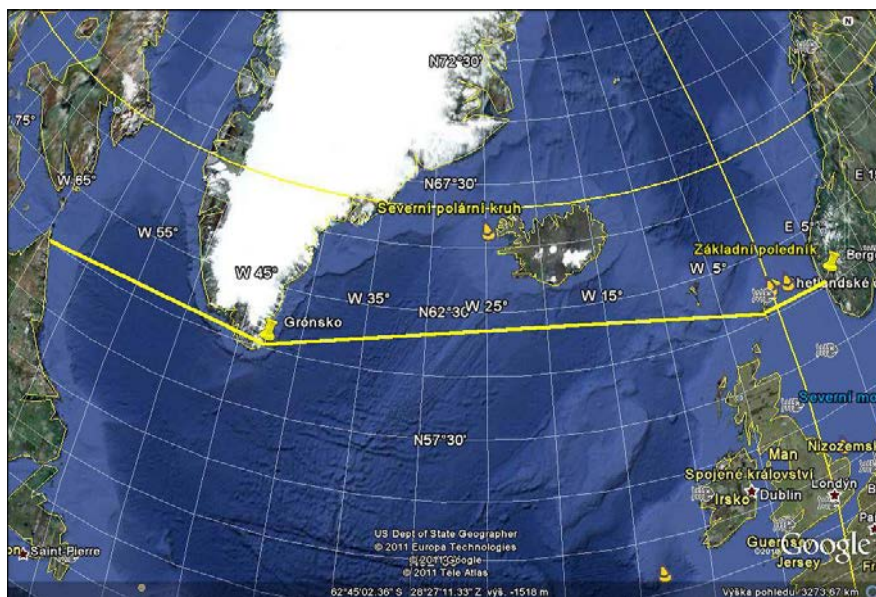
1. Stanov délku rovníku. Použij vhodnou mapu z *Nového atlasu světa* nebo ze *Školního atlasu světa*.
2. Stanov délku rovníku z rozdílu zeměpisných délek dvou libovolných míst s nulovou zeměpisnou šířkou. K řešení použij satelitní mapy volně dostupné na internetu.

Řešení úloh:

Ke stanovení délky rovníku musíme změřit vzdálenost dvou míst s nulovou zeměpisnou šířkou. Pokud použijeme zeměpisný atlas, vybereme libovolný úsek rovníku, v zeměpisné síti změříme vzdálenost dvou poledníků, které daný úsek vymezují, a přepočítáme podle měřítka. Při použití *Nového atlasu světa* s měřítkem mapy 1:4 500 000 vypočteme vzdálenost 39 690 km. Z měření na mapě GoogleEarth vybereme například část rovníku procházející přes Viktoriino jezero. Souřadnice jednoho břehu je $32^{\circ}18'23,71''$ v. d.; souřadnice druhého břehu $33^{\circ}59'54,21''$ v. d.; naměřená vzdálenost 188 149 m. Rozdíl v zeměpisných délkách je 6 090,5'' ($1,69^{\circ}$). Úhlové vteřině odpovídá vzdálenost 30,9 m, úhlovému stupni 111,21 km. Délka rovníku potom je 40 036 km, což je v porovnání s udávanou hodnotou v literatuře (40 075 km) velmi dobrá shoda. (Jelikož jsou v těchto satelitních mapách vzdálenosti určeny s přesností na setinu úhlové vteřiny, je velkým „uměním“ umístit značku přesně na rovník.) Je nutné upozornit na to, že u dvojrozměrných papírových map mohou vzdálenosti počítané pomocí měřítka značně zkreslit některé projekce.

**Úloha 2: Vikingové**

Vikingové byli výborní mořeplavci, již před více než tisíci lety navigovali podle hvězd, dovedli pomocí jednoduchých pravidel stanovit kurs lodi i uraženou vzdálenost. Na mořích se plavili tzv. „po zeměpisné šířce“. Jejich kurz totiž sledoval vždy stejnou rovnoběžku. Podíváme-li se do atlasu, zjistíme, že na přibližně 60° s. š. leží norské město Bergen, dále pak další místa, která Vikingové postupně osídlili, tedy Shetlandské ostrovy, Grónsko a Labrador.



**Zadání úloh:**

1. Výpočtem urči délku 60. rovnoběžky.
2. V aplikaci GoogleEarth vyhledej zeměpisné souřadnice města Bergen, zvol libovolné místo na Shetlandských ostrovech, v Grónsku i Labradoru a z rozdílu souřadnic urči vzdálenost těchto míst.
3. Vypočítanou vzdálenost ověř pomocí funkce „měření“ v GoogleEarth.

Řešení úloh:

1. K výpočtu délky rovnoběžky nejprve potřebujeme určit její poloměr. Ten určíme ze vzorce $r = R \cdot \cos 60^\circ$, kde $R = 6371$ km je střední poloměr (kulové) Země. Vyjde tedy $r = 3185,5$ km a délka rovnoběžky 20 015 km. Na jeden úhlový stupeň připadá 55,6 km, na úhlovou minutu 927 m.
2. Souřadnice: Bergen (přístav): $60^\circ 24'$ s. š., $5^\circ 19'$ v. d.
Shetland Islands (letišť): $60^\circ 22'$ s. š., $0^\circ 55'$ z. d.
Grónsko (jižní část – SouthGreenland): $60^\circ 08'$ s. š., $44^\circ 31'$ z. d.
Labrador: $60^\circ 14'$ s. š., $64^\circ 40'$ z. d.
Výpočet vzdáleností:
Bergen – Shetland Islands: rozdíl zeměpisných délek $6^\circ 14'$, tedy 346,6 km.
Shetland Islands – Grónsko: rozdíl zeměpisných délek $43^\circ 36'$, tedy 2424 km.
Grónsko – Labrador: rozdíl zeměpisných délek $20^\circ 9'$, tedy 1 120 km.
3. Vzdálenosti naměřené v GoogleEarth:
Bergen – Shetland Islands: 347 km.
Shetland Islands – Grónsko: 2363 km.
Grónsko – Labrador: 1 105 km.

Velký rozdíl mezi naměřenou a vypočítanou hodnotou u vzdálenosti Shetland Islands – Grónsko je způsoben větším rozdílem v zeměpisných šířkách než u ostatních výpočtů.

Úloha 3: Měření na satelitních mapách**Zadání úloh:**

1. Na satelitní mapě na serveru www.mapy.cz najdi dům, ve kterém bydlíš, či jinou významnou budovu ve tvém okolí. Změř pomocí funkce měření jeho rozměry. Porovnej naměřené hodnoty s realitou. (Na obrázku je „pentagon“, budova soudu v Hradci Králové.)
2. V satelitních mapách získáváme údaje polohy s přesností na setiny úhlové vteřiny. Vyjádři přesnost měření v centimetrech. Ber v úvahu zeměpisnou šířku 50° a zeměpisnou délku 15° .



**Řešení úloh:**

1. Půdorysem budovy na obrázku je pětiúhelník s délkou strany přibližně 80 m.
2. Nejprve musíme stanovit délku příslušné rovnoběžky i délku poledníku. Délka 50. rovnoběžky je 25 731 km. Na jeden úhlový stupeň tak připadá 71,5 km, úhlu 1' odpovídá 1,191 km a úhlu 1" pak 0,020 km. Jedné úhlové vteřině odpovídá vzdálenost 20 m. Měříme tedy s přesností na 20 cm. Je ovšem otázkou, zda se podaří umístit značku s touto přesností. Délku 15. poledníku určíme ze vzorce pro délku kružnice $d = 2\pi \cdot r = 2\pi \cdot 6\,356\text{ km} = 39\,936\text{ km}$. Úhlu 1° tedy odpovídá 111 km, 1' odpovídá 1,849 km a 1" odpovídá vzdálenost 0,031 km. V poledníkovém směru znamená přesnost na setiny úhlové vteřiny hodnotu 31 cm, tedy přibližně 1 stopa (foot).

Úloha 4: Mapa Turecka

K řešení této úlohy budeš potřebovat libovolnou, dosti podrobnou mapu Evropy z běžného atlasu světa.

Zadání úloh:

1. S pomocí satelitní nebo tištěné mapy stanov zeměpisné souřadnice nejzápadnějšího, nejsevernějšího, nejvýchodnějšího a nejižnějšího místa Turecka. Na základě měření nebo výpočtu urči strany „obdélníka“, do něhož by se Turecko vešlo.
2. Odhadni rozměry „obdélníka“ (vlastně „sférického lichoběžníka“), který na mapě představuje síť rovnoběžek a poledníků, jenž by měl stejný plošný obsah jako Turecko. Vypočti obsah lichoběžníka a svůj výsledek zkontroluj s hodnotou známou z tabulek či z internetu.
3. Urči vzdálenost letišť v blízkosti měst Istanbul a Antalya. Vypočítej, jak dlouho trvá let v případě, že střední rychlost letadla (včetně manévru při startu a přistání) je $700 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
4. Zjisti měřením přímo na mapě nejmenší šířku průlivu Bospor a průlivu Dardanely. Vypočítej, jak dlouho přibližně trvá, než loď jedoucí rychlostí 25 uzlů propluje z Černého moře do moře Egejského. Svůj výpočet si zkontroluj na mapách GoogleEarth3D.
5. V satelitní mapě najdi místo o souřadnicích $36^\circ 52,64'$ severní šířky a $30^\circ 56,15'$ východní délky. Najdeš tam sportovní areál. Změř, jaké rozměry má fotbalové hřiště.

**Řešení úloh:**

1. Nejsevernější místo: $42^\circ 05' 51,42''$ s. š., $34^\circ 56' 40,05''$ v. d.;
nejvýchodnější místo: $39^\circ 37' 45,89''$ s. š., $44^\circ 48' 26,83''$ v. d.;
nejižnější místo: $35^\circ 48' 25,51''$ s. š., $36^\circ 09' 8,84''$ v. d.;
nejzápadnější místo: $40^\circ 43' 47,55''$ s. š., $26^\circ 02' 8,76''$ v. d.
2. Obdélník by mohl být vymezen rovnoběžkami $41^\circ 30'$ na severu a $36^\circ 30'$ na jihu. Na východě pak bude omezen poledníkem 44° , na západě $26^\circ 30'$. Ve skutečnosti bude výsledkem „sférický lichoběžník“, pro účely školské fyziky zjednodušíme na rovinný obrazec. Výška lichoběžníku je 555 km (odpovídá rozdílu zeměpisných šířek 5°). Dolní podstava je 1 564 km (určeno z rozdílu zeměpisných šířek $17^\circ 30'$, délka příslušné rovnoběžky je 32 179 km). Délka horní podstavy je 1 457 km (určeno z rozdílu zeměpisných šířek



17° 30', délka rovnoběžky je 29 980 km). Obsah tohoto lichoběžníku je 838 328 km². Rozloha Turecka (zdroj Wikipedie): 780 580 km².

3. Vzdálenost letišť je 485 km. Doba letu přibližně 42 min.
4. Nejmenší šířka Bosporu je 700 m, průlivu Dardanely 1 200 m. Rychlosti 25 uzlů odpovídá přibližně $46 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, z Černého do Egejského moře musejí lodě urazit vzdálenost asi 300 km, doba plavby je přibližně 6,5 hod.
5. Rozměry hřiště: 67,1 m a 105 m

Tento článek má ukázat některé materiály z databáze zdrojů vhodných pro tvorbu fyzikálních úloh s geografickou tematikou. V dalším tedy uvedeme odkazy na vybrané internetové stránky, které lze využít. Seznam poskytuje pouze základní orientaci, není možno ho považovat ani za úplný, ani za vyčerpávající, spíše motivující pro hledání stránek dalších. Pokud čtenář nabude dojmu, že uvedené materiály nejsou dobře uspořádané, tak má pravdu – ale pravděpodobně co čtenář, to jiný by byl výběr materiálu, takže považujte naše náměty jen za inspirující.

Měření času, pásmový čas, kalendář, sluneční hodiny:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cas>
http://en.wikipedia.org/wiki/Time_zone
<http://www.timeanddate.com/worldclock/>
<http://24timezones.com/>
<http://tycho.usno.navy.mil/systime.html>
<http://eldar.cz/archeoas/stripky/2.html>
http://www.astrohk.cz/ashk/slunecni_hodiny/

Planety sluneční soustavy, informace o planetě Zemi:

<http://planety.astro.cz/soustava/1861-planety-slunecni-soustavy>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Zem%C4%9B>
<http://neo.jpl.nasa.gov/orbits/> (výpočet drah asteroidů a komet)
http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_System
<http://astronomia.zcu.cz/planety/zeme/1934-země>
<http://www.aldebaran.cz/astrofyzika/sunsystem/zeme.html>

Zemětřesení, tsunami:

<http://www.sci.muni.cz/~herber/quake.htm>
<http://www.sci.muni.cz/~herber/tsunami.htm>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Tsunami>

Kosmonautika:

Malá encyklopedie kosmonautiky: <http://www.mek.kosmo.cz/>
Databáze kosmických sond: <http://spaceprobes.kosmo.cz/>
Velká encyklopedie družic a kosmických sond: <http://www.lib.cas.cz/space.40/INDEX1.HTM>
<http://www.mek.kosmo.cz/zaklady/vypocty.htm>
Seznam kosmodromů: <http://www.mek.kosmo.cz/kdromy/index.htm><http://puda.chytrak.cz/ulohy.html>

Magnetické pole Země, polární záře:

<http://www.astro.cz/clanek/1188>
http://fyzweb.cz/materialy/fyzika_Zeme/magpole/magpole.php
<http://www.aldebaran.cz/astrofyzika/sunsystem/zeme.html>



http://www.aldebaran.cz/bulletin/2006_05_mgp.php

<http://www.phy6.org/Education/Intro.html>

<http://www.astro.cz/rady/ukazy/polar/>

Zatmění, přechody planet přes Slunce:

<http://astro.sci.muni.cz/zatmeni/mesic.php>

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>

<http://www.astro.cz/rady/ukazy/zatmeni/slunce>

http://xjubier.free.fr/en/site_pages/SolarEclipsesGoogleMaps.html

<http://www.astro.cz/rady/ukazy/zatmeni/tranzity>

Meteorologie:

<http://www.meteocentrum.cz/encyklopedie/>

<http://www.chmi.cz/portal/>

<http://www.cs.allmetsat.com/>

Družice Meteosat: <http://old.chmi.cz/meteo/sat/msg/msg03.html>

<http://old.chmi.cz/meteo/sat/msg/msg05.html>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/METEOSAT>

Družice NOAA: <http://www.astronom.cz/procyon/meteorology/noaa.html>

http://old.chmi.cz/meteo/sat/inf_noaa.html

<http://www.noaa.gov/>

Vodní elektrárny:

<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/vodni-elektrarny-cez.html>

<http://www.alternativni-zdroje.cz/energie-prilivu-priboje.htm>

<http://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/10-nejvetsich-vodnich-elektraren-sveta.aspx>

Slapové jevy:

<http://www.stranypotapecske.cz/teorie/priliv-odliv.asp?str=200803150009040>

<http://astronomia.zcu.cz/planety/zeme/1961-slapove-jevy>

Jízdní řády, letové řády, trasy trajektů:

<http://www.prg.aero/cs/>

www.idos.cz

<http://www.zelpage.cz/trate/ceska-republikahttp://timetables.oag.com/PRGRouteMapper/default.asp?lang=cz>

<http://www.directferries.cz/trasy.htm>

Světová NEJ:

<http://www.jindrichpolak.wz.cz/encyklopedie/svetnej.php>

<http://kontinenty.webnode.cz/zemepisne-rekordy-ceska/>

http://www.zemepis.com/hory.php%A1%C5%A1%C3%ADch_hor

<http://www.zemepis.com/ostrovy.php>

<http://www.zemepis.com/jezera.php>

<http://www.zemepis.com/zasoby.php>

http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_nejdel%C5%A1%C3%ADch_visut%C3%BDch_most%C5%AF

http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_nejdel%C5%A1%C3%ADch_most%C5%AF



http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_zem%C4%9Bpisn%C3%BDch_rekord%C5%AF_%C4%8Ceska
http://cs.wikipedia.org/wiki/Zem%C4%9Bpisn%C3%A9_rekordy_sv%C4%9Bta

Cestopisy:

<http://www.hedvabnastezka.cz/>
http://cs.wikipedia.org/wiki/Kry%C5%A1tof_Kolumbus
http://cs.wikipedia.org/wiki/Marco_Polo
<http://www.historieweb.cz/zlaty-vek-objevu>
<http://www.lideazeme.cz/>

Informace o slunečních hodinách

http://www.astrohk.cz/ashk/slunecni_hodiny/

Informace o cestovatelích:

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_geography
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_maritime_explorers
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Russian_explorers
http://en.wikipedia.org/wiki/Polar_explorer
<http://en.wikipedia.org/wiki/Explorer>
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_explorers

Literatura:

KLAPKOVÁ DYMEŠOVÁ, Petra, VOLF, Ivo. *Na rozhraní mezi fyzikou a zeměpisem*. [online].
[cit. 2013-03-20]. Dostupné z: www.cental.uhk.cz.²

² Připravuje se knižní vydání KLAPKOVÁ DYMEŠOVÁ, Petra. Fyzikální minimum pro učitele zeměpisu.



NGC 2264 aneb fyzika na obrázku

Tomáš Mohler¹, †

Astrofyzikové se dokážou, někdy i na dlouhé hodiny, rozpovídat o drobných světelných bodech na fotografiích, o mlhovinách, u kterých si při pozorování amatérským dalekohledem nejsme jisti, zda nejde jen o šmouhu na okuláru, či o podobných „zajímavostech“, zatímco nezasvěcený posluchač vidí na fotografii pouze několik bílých pixelů.

Na druhou stranu můžeme pohlížet na fascinující snímky mlhovin, hvězdokup či galaxií pouze jako na kouzelná umělecká díla vesmírného divadla a příliš o nich nepřemýšlet. Ať už se však jedná o strohé fotografie hvězd, letmý pohled na noční oblohu nebo o malebnou planetární mlhovinu vyfotografovanou Hubbleovým vesmírným dalekohledem, vždy se můžeme pokusit porozumět tomu, co vidíme, a poodhalit roušku tajemství astrofyzikálního dění. Množství jevů, které odhalíme, nás většinou překvapí.

Oblast NGC 2264 (jedná se o číselné označení v New General Catalogue) sdružuje pod jedním číslem hned čtyři astronomické objekty. Hvězdokupy Vánoční stromček a Sněhová vločka spolu s mlhovinami Kužel a Liščí kožešina. Přestože se jedná jen o malé hvězdné pole z celé noční oblohy, může jediná fotografie části oblasti NGC 2264 vyprávět hned několik zajímavých příběhů.

NGC 2264 je od Země vzdálena okolo 2 600 světelných let. V astronomickém měřítku je to velice blízko, nicméně naše představivost se s takovou vzdáleností dokáže vypořádat jen velice obtížně. Samozřejmě pouze pokud vynaložíme to úsilí a pokusíme si 2 600 světelných let představit. Ono totiž i na naši nejbližší hvězdu – Slunce, vzdálenou 8 světelných minut, bychom na kole cestovali celých 20 lidských životů. A to pouze za před-



Obr. 1 – snímek NGC 2264 pořízený na Evropské jižní observatoři pomocí dalekohledu s průměrem objektivu 2,2 metry;
<http://www.eso.org/public/outreach/press-rel/pr-2008/phot-48-08.html>

¹ Mgr. Tomáš Mohler bohužel zemřel v roce 2009 a nedožil se tak zveřejnění svého článku v obnovené Školské fyzice.



pokladu, že se naučíme jezdit na kole v deseti letech, jedeme 16 hodin denně průměrnou rychlostí 20 kilometrů za hodinu a lidský život bude trvat 75 let. O předpokladu, že na Slunce vede nějaká přímá asfaltová silnice, ani nemluvě.

Uvedený snímek zobrazuje pouze část z celé oblasti NGC 2264 a zachycená hvězdokupa nese díky svému tvaru poetické jméno Vánoční stromček. Hvězdy, které do ní patří, jsou v porovnání s naším Sluncem velice mladé. Jejich stáří (nebo spíše mladí) je odhadováno na 1 až 2 miliony let (stáří Slunce je o tři řády vyšší). Tvoří ji dohromady asi 20 jasných a dalších 100 méně jasných hvězd. Zvláštní pozornost si zaslouží nejjasnější hvězda na snímku s označením S Mon. Ve skutečnosti se jedná o spektroskopickou dvojhvězdu složenou ze dvou modrých obrů s povrchovou teplotou přes 30 000 °C a celkovým zářivým výkonem ve stovkách tisíc Sluncí.

Objevitelem jasné hvězdokupy Vánoční stromček je William Herschel, který si jí poprvé všiml na začátku roku 1784 během svých pravidelných pozorování oblohy. Záznamy o nejjasnějších oblastech zářícího plynného oblaku, mlhoviny Kužel, pocházejí až z Vánoc roku 1785.

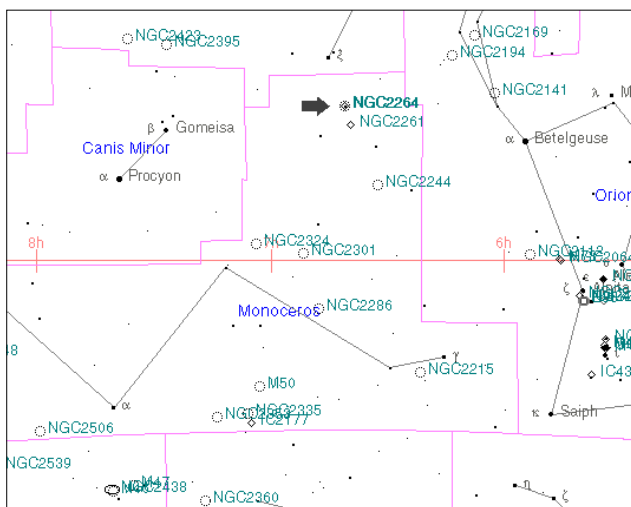
Celý snímek v podstatě vyplňuje zářící vodík. Část oblaku si díky výraznému trojúhelníkovému útvaru ve své jižní části vysloužila již zmíněné pojmenování mlhovina Kužel (na obr. 2 je zachycena nahoře). Jedná se o emisní plynnou a zároveň tmavou prachovou mlhovinu. Onen tmavý trojúhelník je oblak prachu, dostatečně hustý, aby zabránil světlu proniknout dovnitř a odhalit tak jeho strukturu. Pojem hustý však nesmíme chápat tradičním způsobem. V pozemských podmínkách by mlhovina stále představovala poctivé vakuum. Přesná příčina pravidelného tvaru je zatím neznámá. Astronomové předpokládají, že je Kužel formován větrem částic, proudících ze zdroje na jeho vrcholu okolo tzv. Bokových globulí. Bokovy globule jsou zhustky prachu a plynu, ze kterých se v budoucnu zrodí protohvězdy. Útvary jsou pojmenovány po Bartu Bokovi, jenž je podrobně studoval. Podivná oblast napravo od nejjasnější hvězdy snímku byla pojmenována jako mlhovina Liščí kožešina.

Červené a modré zabarvení celé oblasti má každé jinou příčinu. Modré světlo mlhovině nepatří. Pochází z mladých horkých hvězd v její blízkosti, které mají modré zabarvení proto, že jsou mladší, hmotnější a mají vyšší teplotu než naše Slunce. Část tohoto světla je rozptýlena i na prachových částicích mlhoviny, jak je vidět v horní části obrázku. Červené světlo naproti tomu patří samotné mlhovině a je excitováno silným ultrafialovým zářením mladých hvězd.

Nejenom na zobrazené části rozsáhlého oblaku molekulárního plynu, ale v celém jeho objemu neustále dochází ke vzniku nových generací hvězd. Mezi nejaktivnější oblasti patří okolí hvězdy S Mon a okolí další jasné hvězdy na vrcholu Kužele. Přestože jsou hvězdné jesličky na snímku obtížně pozorovatelné, vychází z těchto oblastí silný hvězdný vítr, jehož vliv na okolní hmotu je dobře patrný. Fotony a také plyn vyvrhovaný z rodících se hvězd doslova tlačí na okolní prachoplynná oblaka a (de)formuje jejich podobu. Podobný jev známe i u našeho Slunce. Ohon komet je slunečním větrem stáčen vždy ve směru od Slunce v důsledku



Obr. 2 – rozložení hvězd rozhodlo o pojmenování této hvězdokupy



Obr. 3 – orientační mapka; oblast NGC 2264 se nachází v souhvězdí Jednorozce (Monoceros), poblíž známého Orionu

Snímek uvedený na začátku článku byl pořízen profesionálními astronomy na Evropské jižní observatoři v Chile pomocí CCD kamery a 2,2metrového dalekohledu. K vytvoření plně barevného snímku zářícího vodíkového plynu i hvězd bylo v tomto případě potřeba deset hodin pozorovacího času. Barvy snímku jsou téměř pravé, přestože astronomické kamery fotografují v zásadě černobíle. Světlu v dalekohledu však staví do cesty různé barevné filtry a získané snímky jsou posléze dobarveny dle použitého filtru a složeny ve výslednou fotografii. Pro srovnání je ještě uveden jeden amatérský snímek získaný pomocí dalekohledu o průměru 18 cm a celkovou dobou expozice téměř 3 hodiny.

Obr. 4 – amatérská astrofotografie oblasti NGC 2264 pořízená dalekohledem typu Newton s průměrem primárního zrcadla 18,5 centimetrů; autor: Martin Myslivec; http://foto.astronomy.cz/NGC2264_Cone_detail_hi_res.htm



působení tlaku vyvržených částic a fotonů slunečního záření. Projevem slunečního větru jsou rovněž známé polární záře, které můžeme s trochou štěstí pozorovat i z českých zeměpisných šířek.

Oblast NGC 2264 nalezneme v souhvězdí Jednorozce (Monoceros), které leží nalevo od známějšího souhvězdí Orion. Hvězdokupa Vánoční stromček je natolik jasná, že ji lze pozorovat i běžným triedrem, ovšem mlhovinu Kužel dobře rozeznáme až ve větším amatérském dalekohledu, kde zřetelně kontrastuje rozhraní mezi světlou a tmavou částí. Nejlépe však vynikne celá tato oblast na fotografii, a proto se tato fotogenická část hvězdné oblohy často stává terčem amatérských astronomů.



Přehlídka obhájených závěrečných prací v učitelském studiu fyziky

Ivo Volf¹, Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové

Ve středu dne 19. června 2013 se konala na Katedře fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové v pořadí již 8. přehlídka obhájených závěrečných prací, jež je spojena se soutěží o nejlepší práci v dané kategorii. Každým rokem přihlašují katedry fyziky fakult, vzdělávajících učitele fyziky, své nejlepší závěrečné práce, jež byly obhájeny na závěr bakalářského nebo magisterského studia, případně práce rigorózní. V minulých letech se přihlašovalo 15 až 20 závěrečných prací. V roce 2013 byly na přehlídku zařazeny práce, obhájené v roce 2012 či v letošním kalendářním roce. Během akademického roku se organizátoři přehlídky a soutěže několikrát obrátili na vedoucí kateder fyziky jednotlivých fakult s informací, jež se akce týkaly.



Mgr. Jana Rejlová

Ke dni soutěže oznámili vedoucí některých kateder fyziky, že buď nebyly žádné závěrečné práce obhajovány či jejich zaměření nevyhovuje podmínkám přehlídky. Tak se nakonec přihlásilo jen deset prací, soutěže se zúčastnilo osm prací, jež byly obhájeny na pěti fakultách: MFF UK Praha, PdF ZČU Plzeň, FHPP TU Liberec, PdF MU Brno a pořádající PŘF UHK Hradec Králové.

Závěrečné práce, prezentace a úroveň vystoupení hodnotí komise, v níž jsou zastoupeny jednotlivé katedry fyziky, a to na základě společných kritérií hodnocení. Pak se stanovuje pořadí prací v jednotlivých kategoriích.

V kategorii rigorózních prací letos nebyla předložena žádná práce.

V kategorii diplomových prací magisterského studia byla vyhodnocena práce Mgr. Jany Rejlové (ZČU): Badatelská metoda ve výuce fyziky na základní škole.

V kategorii závěrečných prací bakalářského studia byly vyhodnoceny první tři práce: Bc. Jakub Toman (ZČU): Porovnání sluneční fotosféry a chromosféry na základě vlastních pozorování a snímků z internetu; Bc. Pavel Jureček (MU): Multifunkční lavice

pro vzdálené experimenty; Bc. Radka Šedivková: Fyzika a dopravní nehody. Dále se přehlídky zúčastnili: Bc. Barbora Šretrová (TUL): Měření charakteristiky elektromotorů; Bc. Michal Roskot (MFF): Řešené úlohy z teoretické mechaniky; Bc. Roman Jörka (TUL): Návrh a realizace úlohy pro fyzikální praktikum – Elektrický rezonanční obvod; Bc. David Staněk (MU): Derivace a její aplikace ve fyzice.

Na soutěž, jejímž spoluorganizátorem byla Fyzikální pedagogická společnost Jednoty českých matematiků a fyziků, byla využita finanční podpora, kterou JČMF získala od Akademie věd České republiky, přispěla také FPS a Univerzita Hradec Králové. Zúčastněné katedry fyziky byly pozvány na příští přehlídku a soutěž, která bude uspořádána na stejném místě v posledních dnech příštího jara, tj. v červnu 2014.



Bc. Jakub Toman

¹ ivo.volf@uhk.cz



Jules Verne a jeho hrdinovia vo fyzikálnych úlohách

Lubomír Konrád¹, Gymnázium Veľká okružná, Žilina

Článok sa zaoberá využitím námetov z kníh Julesa Vernea pri tvorbe zaujímavých fyzikálnych problémov a ponúka niekoľko konkrétnych úloh, ktoré boli použité vo Fyzikálnej olympiáde alebo pri práci so žiakmi na vyučovaní alebo počas záujmovej činnosti.

Pri zadávaní a riešení fyzikálnych úloh sa popri rozmanitosti ich obsahu, rozdielnej náročnosti a spôsobe riešenia odporúča dodržiavať niektoré všeobecné metodické zásady. Spomedzi nich by sme chceli upriamiť našu pozornosť na zaujímavosť. Snahou učiteľov ako aj organizátorov rôznych fyzikálnych súťaží by malo byť to, aby predkladali žiakom úlohy dostatočne zaujímavé. To sa dá dosiahnuť napr. tak, že úlohy budú žiakom svojim obsahom a námetom určitým spôsobom blízke. Aby predkladané úlohy dokázali vzbudiť u žiakov patričný záujem či dokonca zvedavosť, môžu napríklad čerpať námety zo sveta známych literárnych hrdinov či filmových postáv. Knihy a filmy nám ponúkajú veľký priestor na vyhľadávanie rôznych námetov na úlohy. Ak zasadíme dej úlohy do takéhoto prostredia, vzbudzuje to obvykle u žiakov zvedavosť a zvyšuje ich záujem o samotné úlohy. Zaujímavé zadanie spravidla podnecuje záujem žiakov nielen o danú konkrétnu úlohu, ale ich motivuje aj k ďalšej činnosti. Ak úloha žiakov dostatočne „chytí“, sú ochotní venovať jej riešeniu značné úsilie i čas. Úlohy motivované literárnymi alebo filmovými dielami môžu byť tematicky rôznorodé, čím sa zvyrazňuje fakt, že fyzika je naozaj všadeprítomná, má obrovský význam pre našu existenciu a znalosť základných fyzikálnych zákonov napomáha pri riešení problémových situácií v praktickom živote.



Jules Verne (1828–1905)

Takmer neobmedzený priestor na námety k fyzikálnym úlohám poskytujú knihy francúzskeho románopisca Julesa Vernea (1828–1905), ktorý vo svojich nesmrteľných dielach predbehol dobu a ktorého hrdinovia používali mnohé technické vynálezy dávno predtým, ako sa stali súčasťou bežného života. Chceli by sme prezentovať niekoľko konkrétnych úloh, ktoré zadávame žiakom na vyučovacej hodine, fyzikálnom krúžku alebo v rámci prípravných sústreďení a ktoré boli v minulosti zaradené ako súťažné úlohy do rôznych kategórií Fyzikálnej olympiády v Slovenskej a Českej republike. Úlohy navrhli skúsení autori, ktorí sa už dlhší čas venujú tvorbe úloh a príprave žiakov v rámci Fyzikálnej olympiády. Publikované boli v [1], [2], [3], resp. sa dajú nájsť v archíve FO na <http://fo.uniza.sk/archiv-uloh/>. Niektoré úlohy boli pre potreby FO mierne upravené, prípadne boli uvedené pod zmeneným názvom.

Ešte by sme radi pripomenuli populárne knihy známeho ruského autora Jakova Izidoroviča Pereľmana, ako sú napr. Zaujímavá fyzika, Zaujímavá astronómia či Zaujímavá mechanika. Viaceré z nich vyšli aj v českom, resp. slovenskom preklade. Dnes sú dostupné v knižniciach alebo na internete. V niektorých kapitolách sa autor zaoberal práve rôznymi fyzikálnymi javmi v dielach Julesa Vernea.

Päť týždňov v balóne I

Hrdinovia známej knihy Julesa Vernea Päť týždňov v balóne (*Cinq semaines en ballon*, 1863) strávili pod vedením doktora Fergussona v tomto dopravnom prostriedku dosť veľa času a prežili v ňom mnohé dobrodružstvá s obyvateľmi afrického kontinentu, bojovali s divými zvieratami aj s prírodnými živlami, preskúmali pramene Nílu alebo pristáli na rieke Senegal.

¹ lubomir.konrad@gmail.com



Balón našej výpravy, ktorý bol naplnený vodíkom, mal objem $V = 700 \text{ m}^3$, pričom hustota vodíka $\rho_H = 0,09 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, hustota vzduchu pri povrchu zemskom $\rho_{v0} = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Obal balóna, kôš a posádka mali celkovú hmotnosť $m = 447 \text{ kg}$. Na reguláciu pohybu balóna používali cestovatelia menšie vrecká naplnené pieskom.

- Určte počet n_1 vreciek s pieskom, ktoré musela posádka do balóna naložiť, aby sa balón vznášal pri povrchu zemskom. Hmotnosť jedného vrecka $m_0 = 10 \text{ kg}$.
- Koľko vreciek s pieskom n_2 musela posádka vysypať, ak sa mal balón vznášať vo výške $h = 2,0 \text{ km}$, kde je hustota vzduchu $\rho_{v1} = 1,0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$? Predpokladáme, že objem balóna sa počas jeho pohybu nemení.

Riešenie:

- V stave rovnováhy je tiažová sila F_G rovná vztlakovej sile F_{vz} .

$$F_G = m_{\text{celk}} \cdot g = (m + n_1 \cdot m_0 + \rho_H \cdot V) \cdot g,$$

$$F_{vz} = \rho_{v0} \cdot V \cdot g,$$

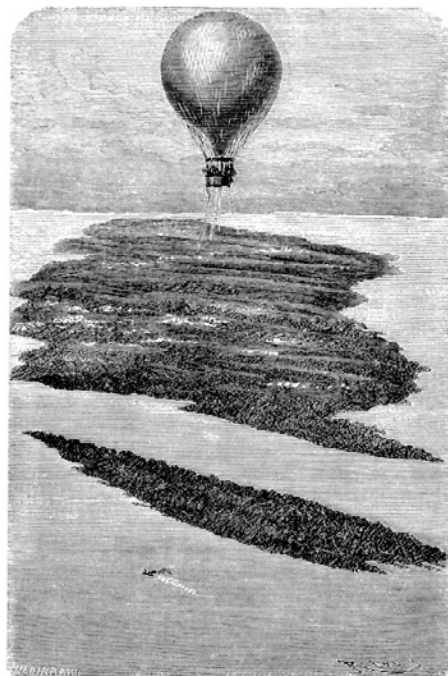
(m_{celk} je celková hmotnosť balóna, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$).

Z rovnosti síl dostaneme

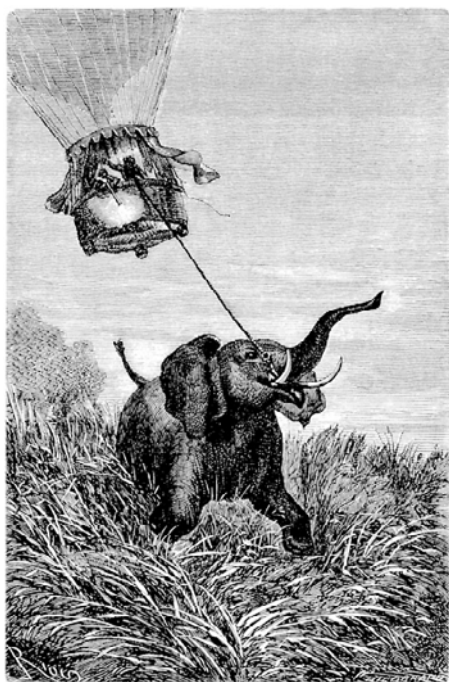
$$n_1 = \frac{(\rho_{v0} - \rho_H) \cdot V - m}{m_0} = 40.$$

- Rovnováha vo výške h je daná rovnakou podmienkou, zmena je iba v hustote vzduchu a teda vo vztlakovej sile. Ak použijeme predchádzajúci výsledok, je počet vyhodnených vrecúšok

$$n_2 = \frac{(\rho_{v0} - \rho_H) \cdot V - m}{m_0} - \frac{(\rho_{v1} - \rho_H) \cdot V - m}{m_0} = \frac{(\rho_{v0} - \rho_{v1}) \cdot V}{m_0} = 21.$$



Päť týždňov v balóne II



Hrdinovia knihy Julesa Vernea Päť týždňov v balóne leteli ponad africký kontinent. Počas jednej zastávky spustili k zemi lano s kotvou, ktorú zachytili o strom. V bezvetrí zaujalo lano približne zvislú polohu.

- Vymenujte sily, ktoré pôsobia na ukotvený balón.
- Určte veľkosť vztlakovej sily pôsobiacej na balón.
- Akou silou je napínané zvisle ukotvené lano?
- Ku kotviacemu lanu sa dostal slon a lano sa mu zachytilo o kly. Preľaknutý slon sa rozbehol a ťahal lano s balónom sa sebou. Slon utekal rovnomerne. Lano počas vlečenia balóna slonom zvieralo so zvislým smerom uhol $\alpha = 45^\circ$. Akou veľkou silou bolo napínané lano počas uvedeného pohybu?

Použitý balón mal objem $V = 700 \text{ m}^3$ a bol naplnený vodíkom, ktorý má pri danej teplote hustotu $\rho_H = 0,09 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Hustota vzduchu pri zemskom povrchu $\rho_{v0} = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Celková hmotnosť obalu balóna, koša a posádky $m = 447 \text{ kg}$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Riešenie:

- Na ukotvený balón pôsobí tiažová sila konštrukcie balóna F_{G1} , tiažová sila vodíkovej náplne F_{G2} , vztlaková sila F_{vz} a ťahová sila T , ktorou je napínané kotviace lano.



- b) Vztlková sila pôsobiaca na balón má veľkosť

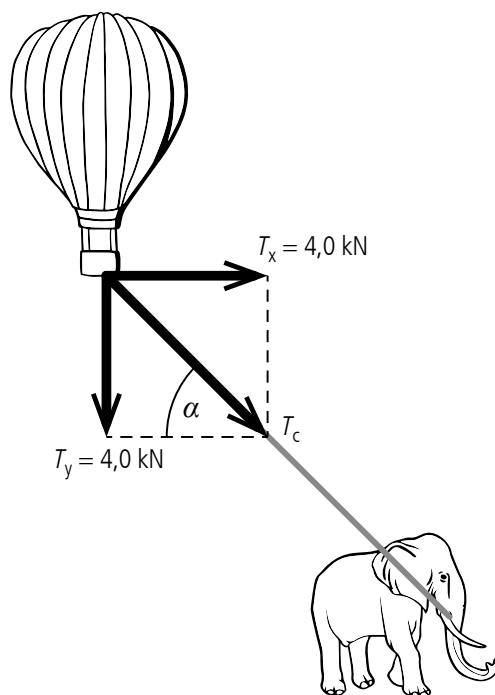
$$F_{vz} = V \cdot \rho_{v0} \cdot g = 9\,100 \text{ N} = 9,1 \text{ kN}.$$

- c) Sila, ktorou je napínané lano, je rovná rozdielu vztlakovej sily pôsobiacej smerom nahor a tiažovej sily pôsobiacej smerom nadol. Platí

$$T = F_{vz} - (F_{G1} + F_{G2}) = V \cdot \rho_{v0} \cdot g - (m \cdot g + V \cdot \rho_H \cdot g) = 4\,000 \text{ N} = 4,0 \text{ kN}.$$

- d) V zvislom smere pôsobí na balón rovnako veľká sila ako v predchádzajúcom prípade ($T_y = 4,0 \text{ kN}$). Lano zviera s vodorovným, ale aj zvislým smerom uhol 45° , takže sila vo vodorovnom aj zvislom smere bude rovnako veľká. Výsledná sila je preponou v pravouhлом trojuholníku s odvesnami veľkosti $T_x = T_y = T = 4 \text{ kN}$ (obrázok). Potom celková sila ktorou pôsobí lano na balón je

$$T_c = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = T \cdot \sqrt{2} \doteq 5,66 \text{ kN}.$$



Robur Dobytateľ

Medzi prvé lietajúce stroje, ktoré slúžili aj na prepravu cestujúcich, patrili obrovské vzducholode. Ich využitie opísal vo svojich knihách už skvelý francúzsky románopisec Jules Verne. V jednej z jeho kníh *Robur Dobytateľ* (*Robur le Conquérant*, 1866) sa môžeme stretnúť práve so vzducholodou. V češtine román dokonca vyšiel pod názvom *Vzducholodí kolem světa*.²

Plášť vzducholode vytváral komoru s plynom s objemom $V = 3\,500 \text{ m}^3$. Hmotnosť plášťa a prázdnaj kabíny vzducholode $m_0 = 1\,500 \text{ kg}$. Objem materiálu plášťa kabíny je zanedbateľne malý v porovnaní s objemom plynu v komore.

- Ak sa nachádza v kabíne vzducholode náklad s hmotnosťou $m_1 = 1\,800 \text{ kg}$, vzducholod' sa vznáša (ani nestúpa ani neklesá) vo vzduchu s hustotou $\rho_0 = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Akú hustotu ρ_1 má v takom prípade plyn vo vnútri komory vzducholode?
- Čo by sa dialo s touto vzducholodou s nákladom s hmotnosťou m_1 pri hustote okolitého vzduchu ρ_0 , keby bola naplnená čistým héliom s hustotou $\rho_2 = 0,16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$?
- Určte hmotnosť nákladu m_2 , ak by sa uvažovaná vzducholod' vznášala vo vzduchu s hustotou ρ_0 a komora vzducholode by bola naplnená héliom s hustotou ρ_2 .

Riešenie:

- a) Keď je vzducholod' v rovnováhe (neklesá ani nestúpa), sú v rovnováhe celková tiažová sila \vec{F}_G pôsobiaca na vzducholod' a vztlková sila \vec{F}_{vz} . Celková tiažová sila je súčtom tiažovej sily pôsobiacej na vzducholod' s hmotnosťou m_0 , na náklad s hmotnosťou m_1 , ktorý nesie, a na plyn s hustotou ρ_1 , ktorým je naplnená. Platí preto

$$m_0 \cdot g + m_1 \cdot g + V \cdot \rho_1 \cdot g = V \cdot \rho_0 \cdot g,$$

odkiaľ hustota plynu vo vnútri komory vzducholode je

$$\rho_1 = \rho_0 - \frac{m_0 + m_1}{V} = 0,35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

- b) Ak by bola vzducholod' naplnená čistým héliom s hustotou ρ_2 , bola by celková tiažová sila pôsobiaca na vzducholod' menšia ako v prvom prípade (a teda menšia ako vztlková sila), vzducholod' by sa preto pohybovala smerom nahor.

² První vzducholod' s parním motorem vzlétla v roce 1852 (poznámka redakce).



- c) Ak vzducholod' ponesie náklad s hmotnosťou m_2 a bude naplnená héliom s hustotou ρ_2 , bude mať podmienka rovnováhy (vznášania vzducholode) tvar

$$m_0 \cdot g + m_2 \cdot g + V \cdot \rho_2 \cdot g = V \cdot \rho_0 \cdot g,$$

odkiaľ pre hľadanú hmotnosť dostaneme

$$m_2 = V \cdot (\rho_0 - \rho_2) - m_0 \doteq 2\,500 \text{ kg}.$$

Planéta Gália

V románe Julesa Vernea Hector Servadac (*Hector Servadac. Voyages et aventures á travers le monde solaire*, 1877), ktorá v češtine vyšla pod názvom Na kometě (pod týmto názvom bola v roku 1970 aj sfilmovaná pod skvelým vedením Karla Zemana) opisuje autor vymyslenú planétu našej Slnčnej sústavy s názvom Gália. V knihe sa uvádzajú nasledovné parametre: doba obehu planéty po približne kruhovej trajektórii okolo Slnka $T = 2$ roky a stredná vzdialenosť stredú planéty od stredú Slnka $R = 820$ miliónov km.

- Dokážte, že planéta s uvedenými parametrami nemôže existovať v Slnčnej sústave.
- V akom pomere k hmotnosti Slnka by musela byť hmotnosť centrálnej hviezdy, okolo ktorej by sa mohla pohybovať planéta s uvedenými parametrami?
- Ako by sa museli zmeniť parametre Gálie uvedené v románe, aby sa táto planéta mohla vyskytovať v Slnčnej sústave? Uveďte aspoň dve možnosti.

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty: gravitačná konštanta $\kappa = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$, stredná vzdialenosť stredov Zeme a Slnka $R_0 = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$, doba obehu Zeme okolo Slnka $T_0 = 1$ rok. *Vplyv iných telies Slnčnej sústavy neuvažujte.*



Riešenie:

- a) Gravitačná sila, ktorá pôsobí na Gáliu, má charakter dostredivej sily, takže môžeme písať

$$\kappa \cdot \frac{m \cdot M_0^*}{R^2} = m \cdot R \cdot \frac{4\pi^2}{T^2}, \quad (1)$$

kde m je hmotnosť Gálie.

Pre hypotetickú hmotnosť Slnka tak dostaneme

$$M_0^* = \frac{4\pi^2 \cdot R^3}{\kappa \cdot T^2} \doteq 8,2 \cdot 10^{31} \text{ kg}.$$

Rovnakým spôsobom určíme hmotnosť Slnka z parametrov pohybu Zeme

$$M_0 = \frac{4\pi^2 \cdot R_0^3}{G \cdot T_0^2} \doteq 2,0 \cdot 10^{30} \text{ kg}.$$

Vidíme, pohyb Gálie nezodpovedá podmienkam pohybu okolo Slnka s jeho hmotnosťou.

- b) Hľadaný pomer je

$$\frac{M_0^*}{M_0} = \frac{R^3 \cdot T_0^2}{R_0^3 \cdot T^2} \doteq 41.$$

- c) Ak vychádzame zo vzťahu (1) a danej hmotnosti Slnka, sú len dve možnosti, musíme zabezpečiť konštantný pomer

$$\frac{R^3}{T^2} = \frac{\kappa \cdot M_0}{4\pi^2}.$$



Existuje nekonečne veľa možností pre dvojicu hodnôt T a R . Ak by sme vychádzali zo zadaných parametrov, potom:

- ak by mala byť obežná doba $T = 2$ roky, musí byť vzdialenosť Slnko – Gália $R \doteq 2,4 \cdot 10^8$ km.
- ak by mala byť vzdialenosť $R = 8,2 \cdot 10^8$ km, musela by byť obežná doba $T = 12,8$ roka.

Spúšťanie lode na vodu (autor úlohy Ľubomír Mucha)

V knihe Nový gróf Monte Christo (*Mathias Sandorf*, 1885) opisuje Jules Verne príhodu, v ktorej silák Matifou zabránil zrážke lode spúšťanej na vodu s okolo prechádzajúcou jachtou. Vyrobená loď bola spúšťaná kĺzavým pohybom po naklonenej dráhe do vody. Po spozorovaní nebezpečenstva zrážky s jachtou uchopil Matifou lano, ktoré bolo pripevnené k lodi, obtočil ho raz okolo valcového kotviaceho kolíka upevneného v zemi a celou svojou silou ťahal za voľný koniec proti smeru pohybu lode. S využitím trenia medzi lanom a kolíkom sa mu podarilo natoľko spomaliť pohyb lode, že jachta stačila preplávať okolo lodenice a uniknúť zrážke.

Uvažujte loď s hmotnosťou $m = 15$ t, koeficient šmykového trenia medzi loďou a dráhou $f_1 = 0,05$, sklon dráhy $\alpha = 0,15$ rad a celkovú dĺžku dráhy $d = 50$ m. Predpokladajte ďalej, že napínané lano je na oboch stranách rovnobežné s dráhou a kolmé na os kolíka. Koeficient šmykového trenia medzi lanom a kolíkom je $f_2 = 0,35$.

- O aký čas zmení Matifou okamih dosiahnutia konca dráhy, ak začal brzdiť pohyb lode v polovici jej dráhy a bol schopný vyvinúť maximálnu ťahovú silu $F_m = 1\,200$ N?
- Koľkokrát by musel Matifou obtočiť lano okolo kolíka, aby bol schopný účinkom svojej ťahovej sily zmeniť pohyb lode na spomalený?
- Pri koľkých obtočeníach lana okolo kolíka by bol Matifou schopný spôsobiť pretrhnutie lana, ak je priemer lana $D = 80$ mm a medza pevnosti lana je $\sigma_p = 40$ MPa?

Pozn.: Veľmi podobná úloha je uvedená v [4].

Riešenie:

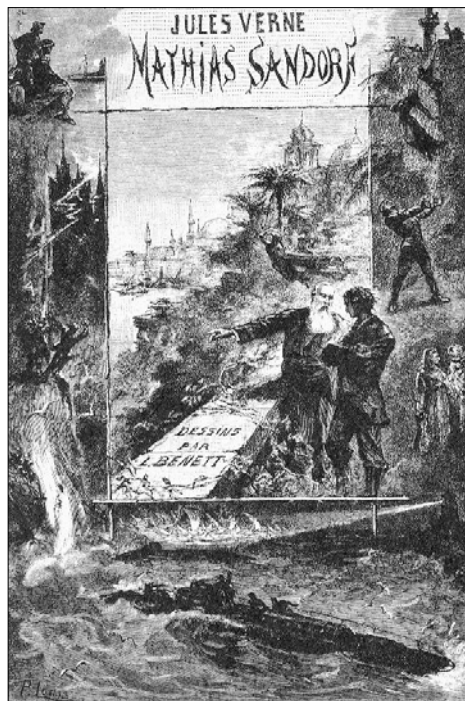
Medzi lanom a kolíkom pôsobí trenie. Uvažujme veľmi krátky kružnicový úsek lana $ds = r \cdot d\varphi$. V smere ťahu pôsobí na jednom konci ťahová sila \vec{F}'' a v opačnom smere \vec{F}' . Obidve sily zvierajú uhol $d\varphi$. Keďže pre veľkosti síl platí $F' \approx F''$ (označíme F), je ich výslednica kolmá na povrch kolíka $dF_n = F \cdot d\varphi$ a sila trenia v smere dotyku $d\vec{F}_t$ má veľkosť $dF_t = f_2 \cdot dF_n$. Pri rovnomernom pohybe (prešmykovaní) platí $F'' \cdot r = F' \cdot r + r \cdot dF_t$. Prírastok ťahovej sily $dF = F'' - F' = dF_t = f_2 \cdot dF_n = f_2 \cdot F \cdot d\varphi$. Keďže $\frac{dF}{F} = f_2 \cdot d\varphi$ a teda $\ln\left(\frac{F_2}{F_1}\right) = f_2 \cdot \varphi$, $F_2 = F_1 \cdot e^{f_2 \cdot \varphi}$.

- Matifou pôsobí na lano silou $F_1 = F_m$. Zo strany lode je lano napínané silou

$$F_2 = m \cdot g \cdot (\sin \alpha - f_1 \cdot \cos \alpha) - m \cdot a.$$

Pre jedno obtočenie kolíka $\varphi = 2\pi$ rad je zrýchlenie lode

$$a = g \cdot (\sin \alpha - f_1 \cdot \cos \alpha) - \left(\frac{F_m}{m}\right) \cdot e^{2\pi \cdot f_2}.$$





Bez pôsobenia brzdiacej sily lana je zrýchlenie lode

$$a_0 = g \cdot (\sin \alpha - f_1 \cdot \cos \alpha).$$

V prvej polovici dráhy $\frac{d}{2}$ nadobudne loď rýchlosť $v_0 = \sqrt{a_0 \cdot d}$. V druhej polovici dráhy je čas pohybu lode bez brzdenia lanom $t_1 = \sqrt{\frac{d}{a_0}} \cdot (\sqrt{2} - 1)$ a pri brzdení lanom $t_2 = \sqrt{\frac{d}{a}} \cdot (\sqrt{2} - 1)$. Zmena času dosiahnutia dolného konca dráhy $\Delta t = t_2 - t_1 \doteq 2,8 \text{ s}$.

b) Z podmienky $a < 0$ dostaneme podmienku pre počet obtočení

$$N_m > \frac{1}{2\pi \cdot f_2} \ln \left(\frac{m \cdot g \cdot \sin \alpha - m \cdot g \cdot f_1 \cdot \cos \alpha}{F_m} \right) \doteq 1,14, \text{ a teda } N = 2.$$

c) Medzná sila ťahu lana (medza pevnosti) je $F_{\max} = \sigma_p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$. Podmienka pretrhnutia lana

$$N'_m > \frac{1}{2\pi \cdot f_2} \ln \left(\frac{\sigma_p \cdot \pi \cdot D^2}{4 \cdot F_m} \right) \doteq 2,33, \quad N'_m = 3.$$

Zelený lúč

V roku 1882 uzel svetlo sveta Verneov román Zelený lúč (*Le rayon vert*), ktorý bol súčasťou väčšieho cyklu Podivuhodné cesty. Hlavnej hrdinke, mladej Helene, vybrali príbuzní ženícha. Ona sa však nechce vydávať, a preto si určí podmienku: svadba môže byť až potom, keď Helena a jej nastávajúci uvidia na vlastné oči záhadný zelený lúč, ktorý podľa povesti predznamenáva vernú lásku. Vydajú sa preto na dobrodružnú cestu za zeleným lúčom.

Určite mnohí z vás už videli tretie pokračovanie úspešného filmového hitu Piráti Karibiku – Na konci sveta. V jednej scéne čakajú hlavní predstavitelia na okamih, keď sa pri západe Slnka objaví na oblohe zelený záblesk. Jedná sa o rovnaký fenomén, za akým sa hнала mladá Helena. V oboch prípadoch ide o skutočný prírodný jav, s ktorým sa môžeme za istých okolností stretnúť v reálnom živote. Podľa svojej farby a času trvania sa tento jav nazýva zelený lúč či zelený záblesk.

Na základe poznatkov z optiky (disperzia svetla, index lomu, atmosférická refrakcia) sa pokúste uvedený jav objasniť. Výsledky svojho bádania sa pokúste spracovať ako krátky populárny text.

Náznak riešenia:

Aby sme si mohli tento zaujímavý jav viac priblížiť, musíme si najskôr vysvetliť niektoré základné pojmy z fyziky. Videnie je fyziologický proces, ktorý v ľudskom oku vyvoláva elektromagnetické žiarenie s vlnovými dĺžkami od 390 nm do 760 nm. Zrakové vnemy, ktoré vyvolávajú svetlá s rôznymi vlnovými dĺžkami, sa líšia a zodpovedá im rôzna farba svetla. Biele svetlo, ktorého zdrojom je napr. naše Slnko, sa pri prechode optickým hranolom rozloží na jednotlivé farebné zložky – vzniká spektrum v postupnosti farieb: červená, oranžová, žltá, zelená, modrá, indigová a fialová. Tento jav sa nazýva disperzia svetla. Fialové svetlo zodpovedá vlnovej dĺžke 390 nm, červené 760 nm. Pri prechode svetla z jedného prostredia do druhého sa mení jeho rýchlosť. Pomer





týchto rýchlostí určuje index lomu. Pri prechode slnečných lúčov atmosférou dochádza v dôsledku mnohonásobného lomu svetla k ich zakriveniu. Hovoríme o atmosférickej refrakcii.

A teraz sa pokúsme vysvetliť vznik zeleného lúča. Index lomu závisí od vlnovej dĺžky, preto nastáva pri lome bieleho svetla disperzia. S klesajúcou vlnovou dĺžkou sa zväčšuje index lomu, takže astronomická refrakcia je trochu výraznejšia pre malé vlnové dĺžky. To znamená, že sa prejaví viac v modrofialovej oblasti spektra ako v oblasti červenej. Slnečný lúč (biele svetlo), ktorý prechádza atmosférou šikmo k povrchu Zeme, sa vďaka atmosférickej refrakcii rozkladá na jednotlivé farebné zložky rovnako ako pri prechode optickým hranolom. Ako „vzdušný“ hranol nám v tomto prípade poslúži samotná atmosféra. Refrakcia spôsobená atmosférou je najväčšia pre fialovú a najmenšia pre červenú časť spektra. To znamená, že modrý obraz slnečného kotúča sa nachádza vyššie ako červený obraz. Tento jav je tým výraznejší, čím bližšie k obzoru sa Slnko nachádza. Ak je Slnko už kúsok pod obzorom, vidíme len horný okraj slnečného kotúča, presnejšie jeho zelenú a modrú časť. Vďaka rozptylu sa ale modré svetlo v atmosfére zoslabuje viac ako zelené, preto môže byť zelený obraz slnečného kotúča výraznejší. A to je práve zmieňovaný zelený lúč, ktorý môžeme na okamih uvidieť pri západe (alebo aj pri východe) Slnka. Bohužiaľ, vo väčšine prípadov sa v atmosfére rozptýlia aj zelené lúče. Vtedy žiadny zaujímavý úkaz na oblohe neuvidíme – Slnko zapadá za obzor ako obrovská červená guľa.

Vidieť zelený lúč sa nepodarí každý deň. Možnosť pozorovať tento fascinujúci jav je pomerne obmedzená. Základným predpokladom úspešného pozorovania je čistá atmosféra, t. j. ovzdušie nesmie byť znečistené, ani obsahovať väčšie množstvo vodných pár. Veľký vplyv na trvanie zeleného lúča má aj fakt, že hustota vzduchu nie je všade rovnaká (s narastajúcou nadmorskou výškou hustota vzduchu exponenciálne klesá). Ďalším predpokladom je vhodná farba slnečného kotúča tesne pred jeho zapadnutím za obzor. Ak je sfarbený do červena, zelený lúč sa neobjaví. Ak je naopak výrazne bledé, teda ak Slnko zapadá veľmi jasné, máme veľkú šancu zelený lúč uvidieť. Okrem toho je nevyhnutné, aby bol obzor ohraničený čo najrovnejšou čiarou. Vo výhlade nám nesmie brániť žiadna nerovnosť, kopec, les, stavby a podobne. Preto je zelený lúč najlepšie pozorovateľný nad pokojnou morskou hladinou. To je aj príčinou toho, že uvedený jav poznajú najmä námorníci, ktorí strávili na otvorenom mori veľa času a zažili tam veľa západov a východov Slnka.

Dĺžka trvania zeleného lúča je podmienená napr. miestom pozorovania, závisí teda od zemepisnej šírky miesta, na ktorom tento jav pozorujeme. Podstatne viac pozorovaní s dlhším časom trvania bolo zaevidovaných v oblastiach, ktoré sa nachádzajú južnejšie ako Slovensko. Napriek tomu je možné pozorovať zelený lúč aj v našich končinách. Potvrďuje to napr. pozorovanie alsaských astronómov, ktorým sa niekedy v polovici 20. storočia pošťastilo pozorovať zelený lúč aj použitím ďalekohľadu. Dĺžka trvania zeleného lúča je okrem toho ovplyvnená aj ročným obdobím. Najkratšia je vtedy, keď sa Slnko nachádza nad rovníkom (teda v čase jarnej a jesennej rovnodennosti), naopak, najdlhšia vtedy, keď sa Slnko nachádza v najväčšej vzdialenosti od rovníka (t. j. v čase letného a zimného slnovratu). V minulom storočí bol zaznamenaný aj jeden rekord, keď bolo možné pozorovať zelený lúč asi 5 minút. Podarilo sa to pozorovateľovi, ktorý sa pohyboval rýchlou chôdzou. Slnko klesalo za vzdialený kopec a idúci pozorovateľ videl zelený lem slnečného kotúča, ako keby sa kĺzal po svahu kopca.

Na záver ešte spomeňme, že Slnko nie je jediným nebeským telesom, v blízkosti ktorého sa tento jav vyskytuje. Sú známe prípady, keď bol zelený lúč pozorovaný pri západe Venuše.





Zmýlil sa Jules Verne? (autor úlohy Ivo Volf)

Každého z nás upútali hrdinovia románov Julesa Vernea a ich dobrodružné príbehy. Technické vynálezy, o ktorých Jules Verne písal vo svojich knihách, sa naplnili. Dnes poznáme televíziu, rozhlas aj telefón, človek pristál na Mesiaci, iba tie dva roky prázdnin zatiaľ neboli. Jeden z najdobrodružnejších príbehov rozpráva o kapitánovi Nemovi a jeho ponorke Nautilus (20 000 míľ pod morom – *Vingt mille lieues sous les mers*, 1869–1870). V tomto románe sa Jules Verne dopustil z hľadiska súčasnej fyziky a techniky niekoľkých omylov, ktoré však, podobne ako v ďalších príbehoch, nič neuberajú z jeho predvídavosti a pútavosti opísaných zážitkov.

Vedeli by ste upozorniť na niektoré javy v spomínanom románe, ktoré z hľadiska súčasnej fyziky a techniky sú nepravdepodobné?

V knihe sa napríklad píše: „Ponorka Nautilus má dĺžku 70 m a je poháňaná lodnou skrutkou s priemerom 6 m, ktorá vykoná 7 200 otáčok za minútu. Po ponorení do hĺbky 16 000 m sa Nautilus dokázal vynoriť na hladinu za 4 minúty.“



Náznak riešenia:

Pri hľadaní nezrovnalostí použite zemepisný atlas, technické encyklopédie a príručky (hľadajte heslá ako batyskaf, J. Piccard a pod.). Vypočítajte rýchlosť, akou sa pohybuje bod na konci lodnej skrutky a porovnajte ju s rýchlosťou zvuku.

Odkazy na knihy Julesa Vernea:

- Verne, Jules. *20 000 míľ pod morom*. Bratislava: Perfekt, 2000.
Verne, Jules. *Päť týždňov v balóne*. Bratislava: Mladé letá, 1968.
Verne, Jules. *Robur Dobytateľ, Robur Pán sveta*. Bratislava: Mladé letá, 1983.
Verne, Jules. *Hector Servadac*. Bratislava: Mladé letá, 1984.
Verne, Jules. *Nový gróf Monte Christo*. Bratislava: Mladé letá, 1973.
Verne, Jules. *Vynález skazy, Zelený lúč*. Bratislava: Mladé letá, 1977.

Odkazy na úlohy:

- [1] Konrád, Ľubomír, Čáp, Ivo. *Zaujímavé úlohy z fyziky*. 1. vyd. Žilina : EDIS, 2009. ISBN 978-80-554-0136-2.
[2] Čáp, Ivo, Konrád, Ľubomír. *Fyzika v zaujímavých úlohách*. 1. vyd. Bratislava: Iuventa, 2004. 230 s. ISBN 80-8072-016-9.
[3] Čáp, Ivo, Konrád, Ľubomír. *Fyzika v zaujímavých úlohách II*. 1. vyd. Žilina : EDIS, 2009. 259 s. ISBN 978-80-554-0137-9.

Ďalšia literatúra:

- [4] Pereľman, J., I.: *Zajímavá fyzika*. Praha: Mladá fronta, 1962.

Zdroj obrázkov: wikipedia.org



Mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“ I.

Václav Kohout¹, Nakladatelství Fraus, s. r. o., Plzeň

V minulých číslech časopisu školská fyzika jste měli možnost si přečíst třídílnou sérii článků Historie a základy elementární teorie barev. Na tuto sérii navazují další tři díly popisující mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“, které na základě přehledu nauky o barvách vzniklo. Problematika barev je na rozhraní fyziky, informatiky a výpočetní techniky, přírodopisu, výtvarné výchovy a případně i dalších vyučovacích předmětů, proto je těžké ji zařadit do některého ze standardních vyučovacích předmětů. Jako nejlepší volba se ukazuje mezi předmětové výukové téma s prezentací v podobě samostatného tematického dne.

Základní podoba výukového tématu a její alternativy

Předkládané mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“ vzniklo primárně v podobě **multimediální výukové lekce** určené pro prezentaci prostřednictvím **interaktivní dotykové tabule**. Jedním z hlavních důvodů vzniku této lekce je právě demonstrace možností moderního výukového prostředku, zmíněné interaktivní tabule. Dalším důvodem vzniku tématu Barvy je autorův dlouholetý zájem o problematiku kolorimetrie a barev obecně. Téma bylo zpracováno jako součást disertační práce zabývající se obecně problematikou výuky s pomocí interaktivních tabulí v České republice a je možné ho volně používat ve výuce fyziky či informatiky a výpočetní techniky, případně je možné téma zařadit do výuky samostatně.

Výuková lekce byla zpracována pomocí autorského nástroje **Flexibook Composer** z dílny Nakladatelství Fraus. Pomocí stejné aplikace Flexibook Composer vznikají všechny interaktivní učebnice tohoto nakladatelství. Základním principem je zinteraktivnění podkladového PDF vyznačením oblastí inteligentního zoomu, doplněním případných přechodů mezi stranami dokumentů a přidáním rozšiřujících interaktivních vlastností, kterými mohou být libovolné obrazové, textové či multimediální soubory, webové odkazy, komentáře apod.

Lekce v podobě klasické interaktivní učebnice byla následně transformována do podoby prezentace pro **MS PowerPoint** a do podoby série statických **PDF dokumentů** opatřených sadou samostatných multimediálních souborů. V tomto článku však bude prezentována pouze základní výchozí podoba multimediální lekce vytvořená pomocí nástroje Flexibook Composer. Z hlediska výukového obsahu jsou všechny zmíněné podoby lekce dle možností identické.

Zařazení tématu do výuky

Mezipředmětové výukové téma „Barvy kolem nás“ může být do výuky zařazeno v principu dvojím způsobem. Buď je možné vkládat dílčí informace obsažené v připravené multimediální lekci postupně **v průběhu běžných hodin fyziky a informatiky a výpočetní techniky** (na závěr se samostatnou prací v hodině výtvarné výchovy), nebo je možné připravit **ucelený tematický či projektový den** věnovaný problematice barev. Množství informací obsažené v předkládaném materiálu odpovídá zhruba tomuto jednomu tematickému dni. Větší množství poznatků by žáci nezvládli během jednoho dne smysluplně akceptovat.

Výukové téma „Barvy kolem nás“ je optimální zařadit do výuky **ve druhém pololetí 7. ročníku základní školy**. Při tomto doporučení vycházíme z běžného řazení učiva fyziky a informatiky a výpočetní techniky na základních školách. Toto řazení sice není podle RVP povinné, ale většina škol je stále víceméně dodržuje. Ve druhém pololetí 7. ročníku se ve fyzice probírá tematický celek Optika, do kterého logicky problematika barev nejúžeji spadá, a v informatice a výpočetní technice bývají v 7. ročníku probírány grafické aplikace, základy HTML kódu apod., což jsou věci, se kterými pojem barvy rovněž těsně souvisí. V tomto případě pak bohužel již není návaznost na výuku tématu Smyslové orgány člověka a Zrak v rámci přírodopisu. Biologie člověka bývá náplní přírodopisu až v 8. ročníku. Domníváme se však, že vazba na výuku přírodopisu není tak úzká, jako v případě fyziky a informatiky a výpočetní techniky, a proto preferujeme zařazení do 7. ročníku, viz výše.

¹ kohout@fraus.cz

Výukové téma „Barvy kolem nás“ bylo s úspěchem ověřeno ve výuce právě v 7. ročníku Základní školy L. Kuby v Českých Budějovicích ve spolupráci s vyučujícím PhDr. Václavem Meškanem, Ph.D. Jeho žáci ho absolvovali v podobě samostatného tematického dne věnovaného barvám. Vlastní lekce, která bude postupně představena v tomto a dalších pokračováních série článků, byla pro potřeby uceleného tematického dne doplněna o další pomocné materiály, jako letáčky, plakáty, kvíz pro průběžnou soutěž apod. Tematický den byl dále doplněn o samostatnou práci žáků při zpracování jejich vlastní prezentace na téma barvy. Podrobný průběh ověření v praxi i představení zmíněných doprovodných materiálů bude náplní jednoho z dalších pokračování této série článků o barvách a mezipředmětovém výukovém tématu „Barvy kolem nás“. V tuto chvíli jen uvádíme pro ilustraci dvě reportážní fotografie z průběhu pilotní výuky.



Obr. 1 – prezentace barev modelu CMYK



Obr. 2 – samostatná práce žáků z výtvarné výchovy

Obsah mezipředmětového výukového tématu

Celá multimediální výuková lekce „Barvy kolem nás“ se skládá ze šesti následujících kapitol:

- **Barva světla a rozklad světla hranolem**
- **Barva předmětů, co je to barva?**
- RGB znamená red – green – blue
- Jsou i jiná čísla než jen RGB, třeba CMYK
- Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK
- Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

Předmětem prezentace v tomto dílu jsou první dvě označené kapitoly, tj. čtyři strany výukové lekce.

Každá z kapitol je zpracována do podoby dvoustrany multimediální interaktivní učebnice, která kombinuje text a obrázky jako každý standardní učební text s přidanými multimediálními materiály. Tyto materiály jsou skryty pod tlačítka umístěnými v rámci stránek a jsou popsány na konci článku. Ke každé kapitole jsou navrženy i doplňující frontální i žákovské experimenty, také jejich popis je uveden na konci článku.

Celou lekci „Barvy kolem nás“ ve formátu i-učebnice Fraus je možno si stáhnout z webu Školské fyziky zde: http://sf.zcu.cz/data/2013/sf2013_03_5_FlexiBook_Barvy-kolem-nas.zip. Pro zmenšení velikosti lekce a usnadnění stažení byla vnořena videa umístěna na server YouTube. Pro otevření lekce je potřebný FlexiBook Reader, jehož instalace je ke stažení zde: http://files.flexilearn.cz/SW_Flexi_Book_Reader_2_4.exe. Pro spuštění lekce použijte ve vstupním dialogovém okně aplikace volbu „Přihlásit se k multilicenci“.

SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Barva světla a rozklad světla hranolem

Při divadelních vystoupeních a různých estrádních akcích je možno si všimnout, že jeviště je osvětlováno svítidly, která vydávají světlo různé barvy. Můžeme spočítat, kolik různých barev na světě existuje, kolik jich zaznamená lidské oko? Kde se vlastně berou různé barvy, když obyčejné světlo je bílé? A co je to duha?

Anglický matematik a fyzik **Isaac Newton** (1643–1727) pozoroval v 17. století, jak z bílého slunečního světla vznikají po průchodu skleněným hranolem světla různých barev podobná duze na obloze. Ten jev podrobně zkoumal a popsal. Původně bílé světlo se rozloží do barevného pásu, ve kterém je zastoupeno velké množství barev.



Isaac Newton

Vznik barevného spektra

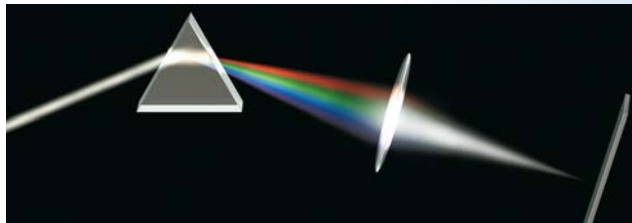


Bílé světlo je složené z **jednoduchých**, tzv. **spektrálních barev**. Ty však není lidské oko schopno v bílém světle přímo rozeznat. K rozložení bílého světla na jednoduché spektrální barvy můžeme využít například lomu světla. Když na skleněný hranol dopadne úzký paprsek bílého světla, dojde na obou rozhraních vzduchu a skla k lomu světla. Úhel lomu závisí na rychlosti světla ve skle a světla různých barev se ve skle šíří různou rychlostí. Nejvíce se lomí světlo fialové, nejméně světlo červené.

Po průchodu svazku bílého světla hranolem ho necháme dopadat na stínítko a na něm vznikne pruh mnoha barev – spektrum, které přecházejí jedna v druhou. Newton pojmenoval sedm základních barev – **fialová, indigová** (modro-fialová), **modrá, zelená, žlutá, oranžová, červená**. Je třeba si uvědomit, že mezi těmito sedmi barvami je nekonečně mnoho dalších barevných odstínů. Pokud barvy spektra složíme spojnou čočkou, dostaneme opět bílé světlo.



rozklad bílého světla lomem při průchodu skleněným hranolem



složení barevných světél pomocí spojně čočky; vzniká zase bílé světlo.

Duha

V přírodě se bílé sluneční světlo může rozkládat na jednoduché barvy při průchodu kapkami vody. Opět se jedná o rozklad světla lomem. V takovém případě vzniká jeden z nejhezčích a nejvýraznějších atmosférických optických jevů – **duha**.

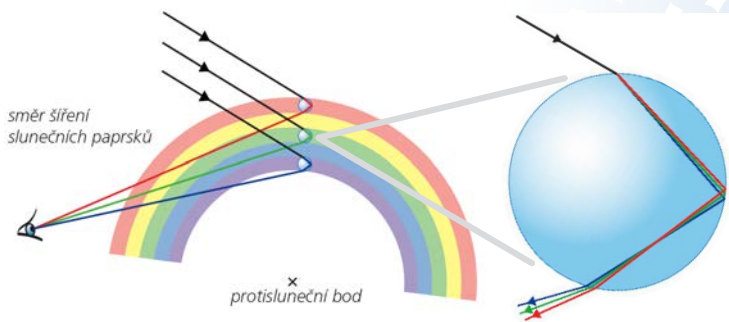


Při průchodu světla broušeným drahokamem dochází také k lomu a rozkladu světla.

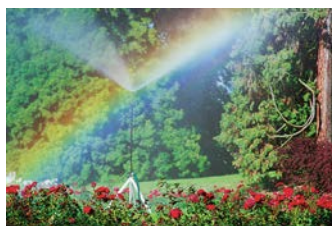
Také při odrazu světla na disku CD dochází k rozkladu světla. Nejedná se ale o rozklad lomem.

SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Duhu můžeme pozorovat, pokud svítí slunce a zároveň prší. Střed oblouku duhy leží přímo proti Slunci. Je-li Slunce nízko na obloze, zasahuje proto oblouk duhy výše. Nejvýraznější hlavní duha má vnitřní okraj fialový a vnější červený. Kromě hlavní duhy můžeme někdy pozorovat i duhu vedlejší, vzniklou dvojnásobným odrazem v kapce vody. Ta je méně zřetelná, nachází se vně duhy hlavní a má obrácené pořadí barev.



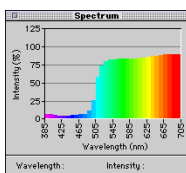
Duhu můžeme vidět nejen při dešti, ale také jindy, pokud jsou ve vzduchu rozptýleny kapky vody, např. ve vodní tříšti nad vodopádem, peřejemi nebo i při zalévání zahradní hadicí.



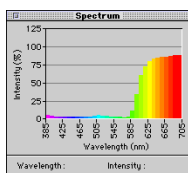
duha

Jednoduché a složené barvy, spektrofotometr

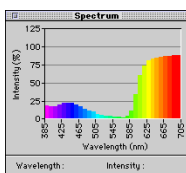
V přírodě existuje daleko více barev, než jen **jednoduché**, které můžeme pozorovat v barevném spektru. Nenajdeme v něm například hnědou, šedou, růžovou, khaki (zelenohnědou) barvu a spoustu dalších. Tyto **barvy** nazýváme **složené** a vznikají stejně jako bílé světlo skládáním jednoduchých barev. Pouze je skládáme v různých poměrech nebo neskládáme všechny barvy.



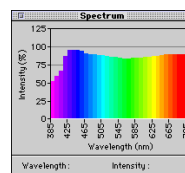
žlutá



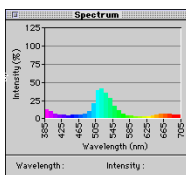
červená



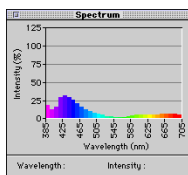
růžová (purpurová)



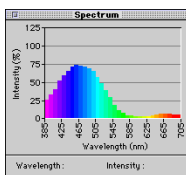
bílý papír



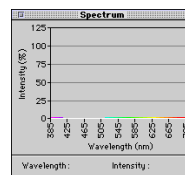
zelená



modrofialová



modrá (azurová)



černý papír

spektrofotometry



Sestrojte si jednoduchý spektroskop – návod [zde](#):



SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Barva předmětů, co je to barva?

Na jevišti vystupují artisté v červených kostýmech. Najednou je osvětlí ostré zelené světlo a kostýmy zčernají. Jako barvu má jejich oblečení – červenou nebo černou? A jak vidí jejich oblečení barvoslepý člověk, který nedokáže červenou od zelené rozlišit?



Barevné světlo

Neprůhledné předměty světlo odrážejí, průhledné předměty světlo propouštějí. I průhledné předměty mohou některé barvy pohlcovat. Proč se nám jeví červené sklíčko jako červené? Z dopadajícího bílého světla pohltí zelené barvy a propustí jen ty ostatní, které dohromady dávají načervenalý tón barvy. Průhledným předmětům, které pohlcují některé barvy procházejícího světla, a tím mění jeho barvu, říkáme **barevné filtry**. Používají se třeba v divadelních světlidlech, abychom získali zdroj barevného světla.



barevné divadelní a fotografické filtry

Existují také speciální světelné zdroje, které vyzařují světlo pouze jedné spektrální barvy. Jsou to např. sodíkové výbojky, reklamní „neonové“ trubice nebo lasery.



spektrum sodíkové výbojky



spektrum zeleného laseru



sodíková výbojka



zelený laser



Srovnajte spektrum bílého světla, světla odraženého od žlutého papíru a světla sodíkové výbojky.

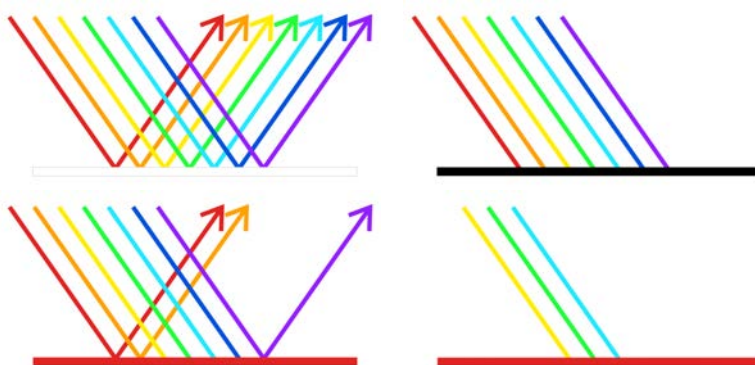


SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Barva povrchu při osvětlení barevným světlem

V běžném životě jsme zvyklí, že předměty jsou osvětlené bílým denním světlem nebo světlem žárovek či zářivek, jejichž barva se od bílé příliš neliší. Barva předmětů závisí na jejich schopnosti pohlcovat některé barvy a jiné barvy odrážet. Když se podíváme na graf znázorňující, jaké spektrální barvy obsahuje nějaká složená červená barva, zjistíme, že to mohou být téměř všechny barvy spektra s výjimkou zelených odstínů.

Pokud bude povrch předmětu pohlcovat žlutozelené, zelené a modro-zelené barvy a ostatní bude odrážet, bude se nám jevit jako červený. Ale pouze při osvětlení bílým světlem! Co se stane, když stejný povrch osvítíme zeleným světlem? Řekli jsme, že zelené barvy se pohltí. Jiné barvy v dopadajícím světle nejsou, od povrchu předmětu se nic neodrazí a předmět se nám jeví tmavý, černý.



Zkuste přijít na to, jaké barvy musí pohlcovat povrch předmětu, který se nám v bílém světle jeví modrý. Jakým světlem ho musím osvítit, aby vypadal černý?

Nakreslete pro tento případ podobné obrázky, jako jsou výše pro červený předmět nasvícený postupně bílým a zeleným světlem. Řešení je skryté pod tlačítky vpravo.

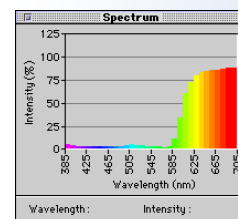
Vnímání barev, barvoslepost

V úvodu jsme se zmínili o barvoslepém člověku. Je těžké se vžít do jeho role, ale víme, že červenou a zelenou nerozliší. Nemůžeme chtít, aby je takto pojmenoval. Vidíme, že s barvou předmětů je to složité. Abychom předmět viděli červený, musí mít povrch určitých vlastností (pohlcuje zelené barvy), musí na něj dopadat správné světlo (nejlépe bílé, ale určitě ne zelené) a ještě k tomu musíme mít zdravé oči, které barvy vidí.

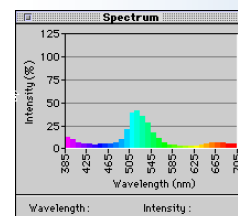
Jak to může dopadnout, když má člověk barevné brýle...



Barva je vjem, který závisí na předmětu, na osvětlení a na vlastnostech pozorovatele.



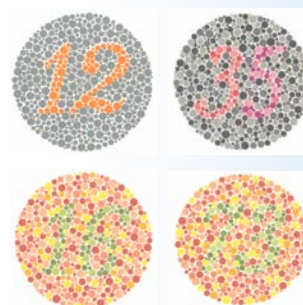
červená



zelená



Barvoslepost, v lehkém případě porucha barvocitu, se dá zjistit pomocí čtení jednoduchých testovacích obrázků.



obrazce pro testy barvocitu





Přehled rozšiřujících materiálů

Jednotlivé **multimediální** a další **materiály** jsou zde uváděny v pořadí, v jakém se vyskytují na stránkách lekce ve směru shora dolů, případně zleva doprava. Materiály jsou uvozeny **ikonou v podobě tlačítka** charakterizujícího typ materiálu. Připravená výuková lekce obsahuje čtyři základní druhy rozšiřujících materiálů, jejichž grafické znázornění následuje. (Samotný Flexibook Composer podporuje více různých druhů vnořených zdrojů, z nichž další nejsou v lekci použity.)



obrázek – fotografie, ilustrace, graf, náčrtek, schéma, ...



obecný dokument – textový soubor v různých formátech, tabulka, PDF, ...



videosekvence



aktivní odkaz na online webovou stránku

Barva světla a rozklad světla hranolem

Rozšiřující materiály, 1. strana

webový odkaz: Isaac Newton – http://cs.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton webový odkaz: Po Isaacu Newtonovi je pojmenována fyzikální jednotka síly 1 Newton. – <http://cs.wikipedia.org/wiki/Newton> mezipředmětový odkaz: definice síly, NF Fyzika 7, str. 36 textová poznámka: Výslovnost: Isaac Newton [Ajsek Njůtn] textová poznámka: Ještě před Isaacem Newtonem zkoumá stejnou problematiku v Čechách Jan Marek Marci. obrázek skrytý: Při průchodu světla broušeným drahokamem dochází také k lomu a rozkladu světla. obrázek skrytý: Také při odrazu světla na disku CD dochází k rozkladu světla. Nejedná se ale o rozklad lomem. obrázek skrytý: duha na obloze, několik dalších variant/ukázek obrázek skrytý: duha na obloze, několik dalších variant/ukázek

Rozšiřující materiály, 2. strana

textová poznámka: Všimněte si, že bílý papír neodráží všechny jednoduché barvy spektra stejně. Více odráží modré barvy, méně žluté. Dokázali byste vysvětlit, proč tomu tak je, a případně, čím je to způsobené? obrázek skrytý: spektrofotometr, další typy webový odkaz: výrobce spektrofotometrů – <http://www.xríte.cz> textová poznámka: Všimněte si, že i černý papír odráží část světla zpět. Odráží je sice v malém množství, ale přece. Ve fyzice se často používá pojem „absolutně černé těleso“. To je těleso, které neodráží vůbec žádné dopadající světlo. Takové těleso je ale jen fyzikálním zjednodušením, ve skutečnosti neexistuje. dokument: PDF návod na výrobu spektroskopu ze „střípku“ CD dokument: rozdíl mezi spektrofotometrem a spektroskopem

Doporučené experimenty

- experiment frontální – **Rozklad světla**; pomůcky: optická lavice, hranol, zdroj světla – komplet sada;
- experiment žákovský – **Pozorování spektra**; pomůcky: spektroskop ze „střípku“ CD dle návodu, alespoň 5–6 exemplářů; možné zdroje světla – výbojka, zářivka(!), laserové ukazovátko – červený nebo zelený monochromatický zdroj světla

Barva předmětů, co je to barva?

Rozšiřující materiály, 1. strana

textová poznámka: Výslovnost: lasery [lejzry] obrázek skrytý: spektrum bílého světla obrázek skrytý: spektrum běžného žlutého světla obrázek skrytý: spektrum sodíkové výbojky

Rozšiřující materiály, 2. strana

obrázek skrytý: nákres dopadajícího a odraženého světla, vše pouze schematicky: bílé světlo + modrý povrch
 obrázek skrytý: nákres dopadajícího a odraženého světla, vše pouze schematicky: žluté světlo + modrý povrch
 video: Jak to taky může dopadnout, když má člověk špatné brýle... motivační záběry z pozorování barevných papírů barevnými brýlemi webový odkaz: stránky s testy pro zkoušku barvocitu a ověřování optických vad lidského oka <http://www.zeleny-zakal.cz/test-zraku>

Doporučené experimenty

- experiment žákovský – **Pozorování barev různobarevnými filtry**; pomůcky: barevné filtry pro aditivní a subtraktivní míchání světla; barevné brýle a barevné samolepky použité v motivačním videu s barevnými brýlemi;
- experiment žákovský – **Testování barvocitu**; pomůcky: předlohy pro zkoumání barvocitu;
- experiment žákovský – **Pozorování barev při různobarevném osvětlení**; pomůcky: různé barevné papíry a různé barevné zdroje světla.

Další pokračování

Mezipředmětové výukové téma pokračuje dalšími kapitolami, které budou podrobně popsány v pokračováních tohoto článku. Pro elementární představu zde uvádíme miniaturu všech stran multimediální lekce.

Názvy všech šesti kapitol jsou uvedeny na druhé straně tohoto článku.





Elektrické obvody – příklad zpracování tematického celku s prvky vícenásobné reprezentace jevů

Irena Dvořáková¹, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Tematický celek *Jednoduché elektrické obvody* bývá ve školách zařazen ve druhém pololetí 6. ročníku. Popsaná metodika vychází z dlouholetých zkušeností získaných v projektu Heuréka. Žáci při tomto způsobu výuky kromě standardního zapojování elektrických obvodů podle schématu také vyplňují tabulku, popisující chování žárovek v závislosti na poloze spínačů. Řeší tři typy úloh, které se daného tématu týkají – vždy je zadán jeden druh reprezentace obvodu (schéma, tabulka nebo reálný obvod) a žáci doplňují zbývající dva druhy.

Tento metodický materiál ukazuje postupný proces, který žákům umožňuje skutečně porozumět učivu o elektrických obvodech a rozvíjí jejich dovednost řešit různé problémy, které se elektrických obvodů týkají. Převažující metodou práce je práce ve skupinách. Žáci diskutují, navzájem si vysvětlují svá řešení, učí se navzájem.

Metodický postup je rozdělen do pěti kroků:

1. Zjištění prekonceptů,
2. Ověření představ a jejich oprava (pokud je to potřeba),
3. Zkoumání vlastností elektrického obvodu,
4. Popis vlastností uzavřeného elektrického obvodu, interpretace schématu,
5. Řešení tří typů úloh s elektrickými obvody.

Z časového hlediska je tématu věnováno nejméně 5 vyučovacích hodin.

Scénář jednotlivých hodin:

1. hodina

Probírané fyzikální jevy: základní elektrický obvod

Použité pomůcky: pro každého žáka: plochá baterie, žárovka, pracovní list (je uveden v příloze na adrese http://sf.zcu.cz/data/2013/sf2013_03_6_Elektricke-obvody-PL.pdf)

První krok – Zjištění prekonceptů

Pracovní list:





1. Nakresli, jak vypadá baterie a žárovka.
2. Nakresli, jak si myslíš, že se to musí udělat, aby žárovka svítila (máš jenom žárovku a baterii, avšak nic jiného).

Nejdříve rozdejte všem žákům pracovní list a každému žákovi nebo alespoň do každé lavice plochou baterii a malou žárovku (bez objímky). Žáci dostanou pokyn, aby žárovku zatím nerozsvěceli (můžou si ji však vzít do ruky a prohlédnout) a nejdříve vyplnili první dvě úlohy v pracovním listu.

Uvádím zde výsledky žáků jedné své šesté třídy (ve třídě bylo přítomno 25 žáků). Žákovská řešení druhé úlohy z pracovního listu lze rozdělit do čtyř skupin:

Skupina	Typ odpovědi	Počet odpovědí	%	Příklad
A	Správně	9	36 %	

¹ irena.dvorakova@mff.cuni.cz

B	Žárovka se dotýká pouze jednoho pólu baterie	6	24 %	
C	Spodní část žárovky se dotýká obou pólů baterie	4	16 %	
D	Boční část žárovky se dotýká obou pólů baterie	3	12 %	
E	Neřešeno nebo nesmyslné řešení	3	12 %	

Tab. 1 – žákovské prekoncepce o funkci baterie a žárovky

Druhý krok – Ověření představ a jejich oprava (pokud je to potřeba)

Pracovní list:

3. Vyzkoušej svůj nápad. Měl/měla jsi pravdu? Napiš, jestli žárovka svítí.
4. Pokud nesvítí, zkus si se žárovkou chvíli hrát a rozsvítit ji. Až se ti to povede, nakresli, jak musí být žárovka připojena, aby svítila.

Žáci pokračují s úkoly 3 a 4, ve kterých svoji hypotézu ověří.

Důležité je, že správnost svých představ ověřují sami žáci pomocí experimentu. Není to tak, že by učitel rozhodoval, zda je jejich řešení správné či nesprávné. Téměř všichni žáci, jejichž první řešení nebylo dobře, byli schopni správné řešení experimentálně najít a nakreslit ho. Pouze tři žáci ze skupiny E tento úkol nezvládli (těmto žákům pak spolužáci řešení ukázali). Správné řešení pak žáci opět nakreslí do pracovního listu.

Společně pak udělejte závěr, že po elektrické stránce má žárovka dva kontakty a baterie dva výstupy.



Obr. 1 – Bude svítit?

Třetí krok – Zkoumání vlastností elektrického obvodu

Pracovní list:

5. Soutěž pro dvojice: Zkuste zapojit žárovku tak, aby byla připojena (a svítila) přes co nejvíc předmětů současně. Zapiš váš rekord: Rozsvítili jsme žárovku přes předmětů současně. Zapiš také rekord třídy:

Pak vyhlasejte soutěž (viz úkol č. 5). Děti pracují ve dvojicích a cílem soutěže je, aby žárovka byla připojena přes co nejvíc předmětů. Žáci mohou vyndat věci z kapes, penálů a aktovek a zapojují je – mince, klíče, nůžky atd. Pokud některá skupina hlásí úspěch, zkontrolujte, zda jim žárovka skutečně svítí a pište rekord na tabuli. Ostatní skupiny mají možnost rekord třídy zlepšovat. Na závěr si děti do pracovního listu zapiší rekord třídy a rekord svůj. Aktivita je mezi dětmi velmi oblíbená, běžně jsou schopny zapojit žárovku přes 20–30 předmětů. Pozn.: Pokud žáci v zápalu soutěžení rozebírají klíče ze svazku, upozorněte je na nebezpečí, že si pak klíče nepoznají a vzájemně mezi sebou vymění. Můžete jim nabídnout samolepky, aby si klíče označili.

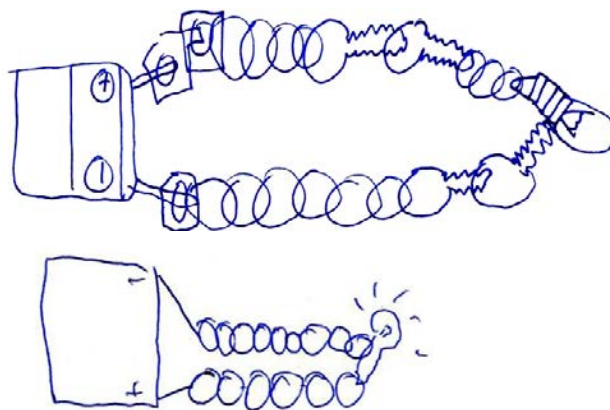
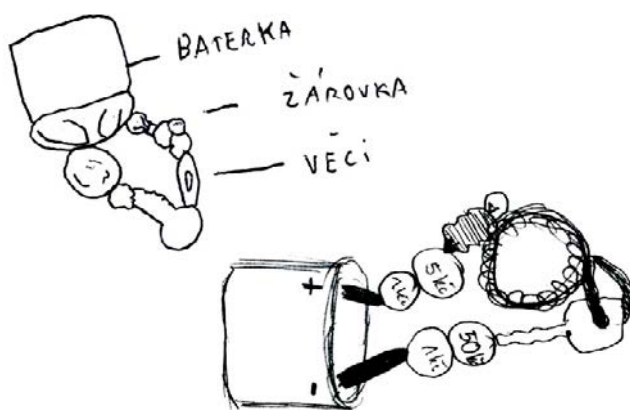


Obr. 2 a 3 – soutěž

Pracovní list:

6. Nakresli, jak to vypadalo, když jste měli zapojenou žárovku přes několik věcí (aspoň 4–5 předmětů).
7. Obrázek asi nebyl moc přehledný, třeba do knížky by se špatně tiskl. Zkus navrhnout, jak to nakreslit jednodušeji, aby bylo zachováno to důležité, jak žárovka funguje, a přitom se to snadno nakreslilo.

Po skončení soutěže a uklizení všech předmětů zpět do penálů, peněženek a kapes nechte žáky nakreslit úkoly 6 a 7 v pracovním listu, a pracovní listy vyberte. S úkolem číslo 6 žáci nemívají velké problémy. Ukázka výsledků:



Obr. 4 až 7 – jednoduchý elektrický obvod vytvořený z běžných předmětů

Úkol 7 bez nějaké nápovědy zvládá málokterý žák, vůbec to však nevadí, je to jen informace pro učitele, zda se žáci již se schématem elektrického obvodu setkali a jsou schopni ho použít.

Čtvrtý krok – Popis vlastností uzavřeného elektrického obvodu, interpretace schématu

Pokračujte dále. Zeptejte se žáků, co muselo být splněno, aby žárovka svítila. Žáci odpovídají a po diskuzi společně dojdete k těmto závěrům: musely tam být zapojené předměty z látek, které vedou proud, předměty se musely dobře dotýkat, musela tam být správně zapojená baterie i žárovka a baterie i žárovka musely fungovat. Tyto závěry pište na tabuli jako základní vlastnosti elektrického obvodu. Zachovávejte přitom takové formulace, jaké vám říkají žáci, nepřevádějte zatím jejich jazyk do odborného jazyka. Na této úrovni poznání je důležité, aby se žáci učili popisovat svá pozorování svými slovy, třeba i méně odbornými termíny; ke správným odborným výrazům se žáky dojdete později.

V další části hodiny nakreslete na tabuli obrázek toho, co měli žáci před chvílí na lavici (můžete samozřejmě také nechat některého žáka nakreslit to, co měl v pracovním listu). Ptejte se dětí, zda by bylo šikovné kreslit pokaždé takto složitý obrázek, zda by to nešlo nakreslit jednodušeji. Vzhledem k tomu, že se schematickými značkami se alespoň někteří žáci obvykle setkali, napovědíte vám, jak to můžete jednoduše nakreslit. Pak pojmenujte to, s čím jste pracovali – elektrický obvod, popište jednotlivé jeho části a nakreslete schéma jednoduchého elektrického obvodu. Zápisy z tabule (nakreslený obrázek, schéma a základní vlastnosti elektrického obvodu) si žáci zapíší do sešitu.

Zeptejte se pak žáků, zda jsou schopni popsat nějaký rozdíl (podstatný rozdíl) mezi schématem elektrického obvodu a sepsanými vlastnostmi. Tato otázka je velmi těžká, žáci obvykle vůbec netuší, kam míříte. Navrhují například – jedno je nakreslené, to druhé napsané slovy, apod. Mají samozřejmě pravdu, avšak rozdíl je ještě jeden, a ten jim budete muset vysvětlit. To, jak nakreslíme schematický obrázek, je naše **domluva**, kdežto zápis vlastností elektrického obvodu (uzavřený obvod z vodičů, fungující baterie a žárovka, ...) je zápis **vlastností** přírody. Můžeme se domluvit, že budeme žárovku kreslit jiným symbolem (ostatně v různých zemích se některé používané schematické značky liší). Ale nemůžeme se domluvit, že žárovka bude svítit, když místo vodiče do obvodu zapojíme plastové brčko (přesněji – mezi sebou se domluvit můžeme, ale žárovka nás poslouchat nebude). Ve fyzice je spousta věcí jen domluvou, ale stejně tak je spousta věcí, které jsou vyjádřením či zobrazením reality, zákonitostí přírody. A je důležité se naučit je rozlišovat.

Domácí úkol: Na příští hodinu si s sebou přineste fungující baterku (kapesní svítilnu na plochou baterii).

2. hodina

Probírané fyzikální jevy: princip baterky, model jednoduchého elektrického obvodu, sériový a paralelní elektrický obvod, zkrat na žárovce

Použité pomůcky: do každé skupiny alespoň tři žárovky s objímkami, plochá baterie, 2 krokosvorky, dva spínače, 10 vodičů

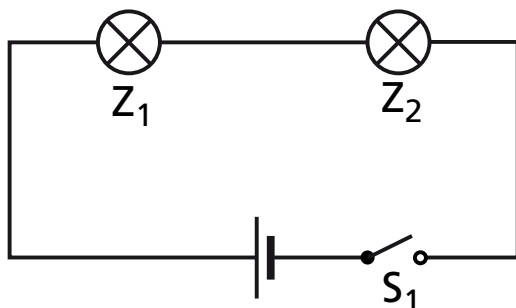
Pátý krok – Řešení tří typů úloh s elektrickými obvody

Nejdříve nechte žáky prozkoumat jejich baterku, popsat a nakreslit, jak je propojená baterie se žárovkou a vypínačem. Je možné, že některé moderní svítilny již vůbec rozebrat nepůjdou. V tom případě můžete tento úkol vynechat, aby žáci baterku nezničili.

1. typ úlohy – Od schématu k tabulce a reálnému obvodu

Nakreslete na tabuli schéma elektrického obvodu s baterií, jednou žárovkou a jedním spínačem, a příslušnou (nevyplněnou) tabulku pro vyjádření, zda žárovka svítí či nesvítí. Zopakujte s dětmi význam značek a nechte je vymyslet, jak lze pomocí nul a jedniček do tabulky znázorňovat stav spínače a žárovky.

Nakreslete schéma sériového zapojení dvou žárovek s jedním spínačem, nechte děti, aby si ho nakreslily do sešitu a samostatně vyplnily tabulku. Pojmenujte a napište název tohoto zapojení (českým i cizím názvem). Žáci si vytvoří skupiny (podle počtu dostupných pomůcek, ve skupině by pokud možno měli být maximálně 4 žáci), vezmou si pomůcky, obvod zapojí a ověří správnost vyplnění tabulky.



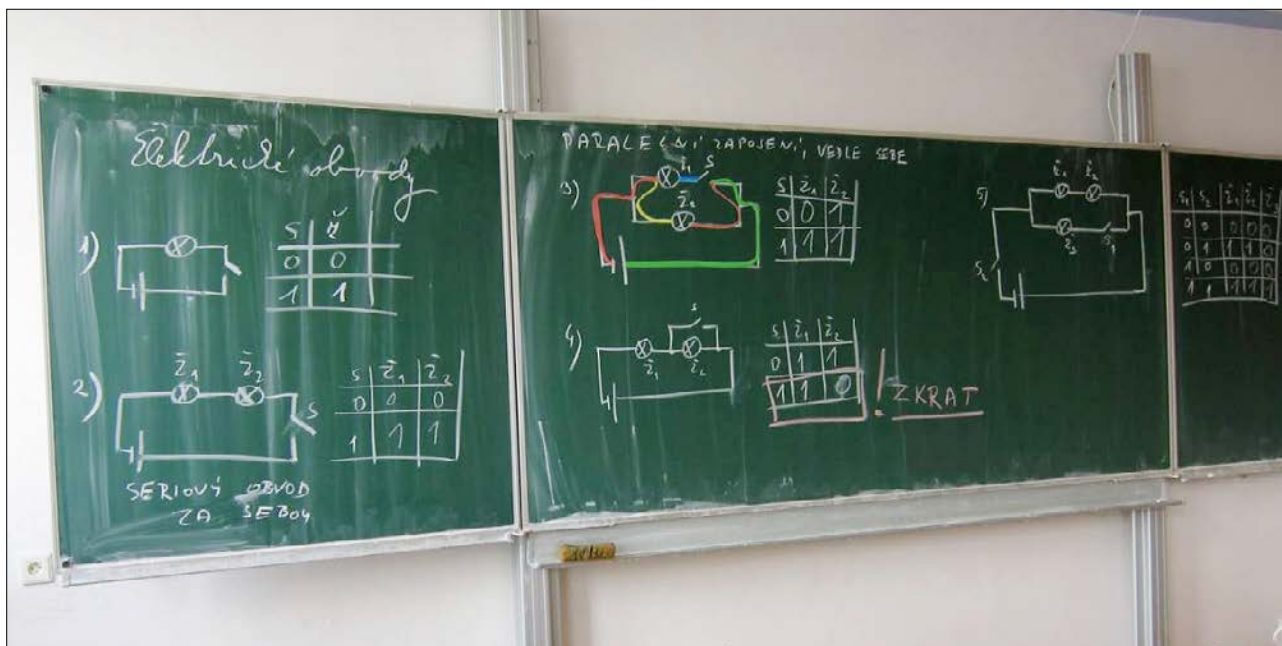
S1	Z1	Z2
0	0	0
1	1	1

Obr. 8 – sériový elektrický obvod a jeho vyplněná tabulka

Metodická poznámka – je důležité, aby všechny žárovky v sériovém zapojení měly stejné parametry. Jinak se snadno může stát, že v sérii jedna žárovka svítí a druhá ne, což budete dětem na této úrovni znalostí obtížně vysvětlovat.

Pokračujte podobně s paralelním zapojením dvou žárovek, spínač je v jedné z větví. Žáci opět nejdříve nakreslí schéma a vyplní tabulku, pak ověřují svoji hypotézu pomocí zapojení. Opět pojmenujte a napište název tohoto zapojení (českým i cizím názvem).

Pozn.: Paralelní zapojení je pro děti někdy náročnější na sestavení, vytvářejí „volné uzly“ – podobně jako je to jako nakreslené ve schématu. Tento způsob zapojení není fakticky špatně, ale je lépe se mu vyhnout, aby se například takovéto „volné uzly“ nedotkly a nenastal zkrat. Žákům lze pomoci tak, že učitel kreslí barevnými křídami do schématu, odkud kam zapojit vodič, aby nevznikl volný uzel. Na fotografii (obr. 9) je vidět, jak jsem to dělala – červený vodič jde z baterie do horní žárovky, modrý z druhého kontaktu této žárovky do spínače, zelený ze spínače do baterie. Druhá žárovka se pak připojí na ten kontakt první žárovky, kam přišel červený vodič, a na spínač.



Obr. 9 – schémata prvních pěti elektrických obvodů

Jako třetí typ obvodu doporučuji zařadit sériový obvod se dvěma žárovkami a spínačem. Spínač je připojen paralelně k jedné žárovce. Děti při zapojování zjistí, že spínač tuto žárovku zhasíná. Učitel pak dětem na jednoduché úrovni vysvětlí princip zkratu na žárovce. Můžete děti upozornit na nebezpečí požáru při zkratu v elektrickém vedení, a třeba i pustit Elektrický valčík – viz např. <http://www.youtube.com/watch?v=2W1L2hc1sUM>.

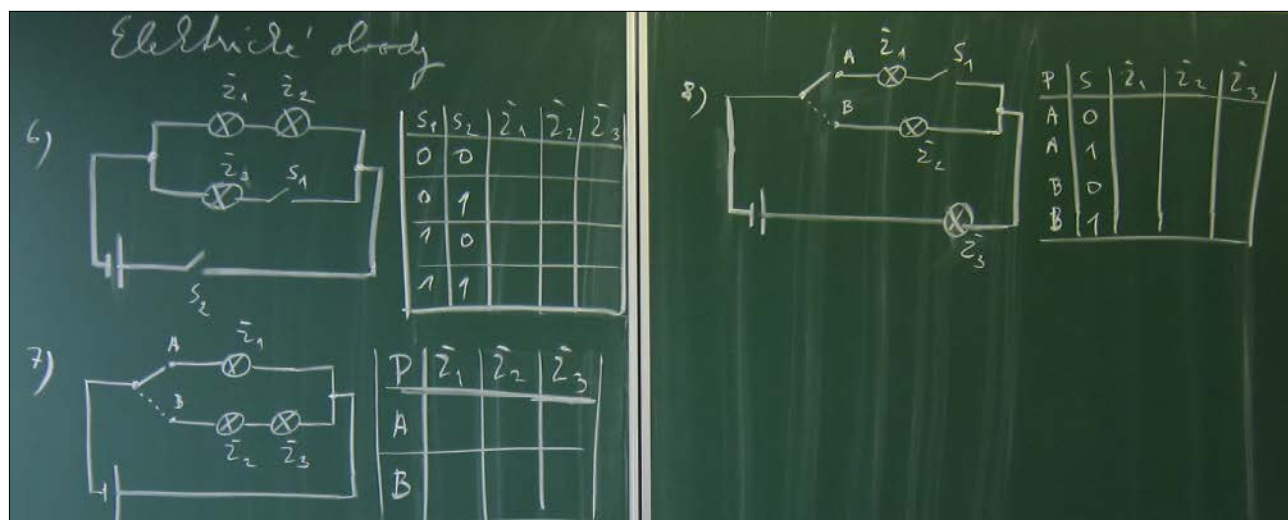
Skupiny, které pracují rychleji, pak mohou dostat již poměrně složité zadání – viz například obvod č. 5 na fotografii (obr. 9).

3. hodina

Probírané fyzikální jevy: zapojování složitějších elektrických obvodů, princip přepínače

Použité pomůcky: do každé skupiny alespoň čtyři žárovky s objímkami, plochá baterie, 2 krokosvorky, dva spínače, dva přepínače, 10 vodičů

V této hodině žáci zapojují již poměrně složitá zapojení (některé skupiny obvykle ještě dokončují úkol z předchozí hodiny), zkoumají princip přepínače – viz fotografie tabule (obr. 10). Učitel prochází po třídě, pomáhá jednotlivým skupinám, kontroluje správnost zapojení. Často jsou však žáci schopni si pomoci i navzájem.



Obr. 10 – náročnější úlohy typu „Od schématu k tabulce a zapojení“, princip přepínače



Obr. 11 a 12 – zapojování obvodů ve třídě

Máte-li ve škole osvětlení na chodbách ovládané pomocí schodišťového zapojení, ukažte dětem, že je možné z libovolného konce chodby světla rozsvítit nebo zhasnout. Pokud toto zapojení ve škole nemáte, tak jim ho pouze popište, mnozí žáci mají podobně řešené osvětlení někde doma. Pak zadejte domácí úkol. Při zadávání úkolu však **nepoužíjte** pojem *schodišťové zapojení*, aby žáci neměli tendenci hledat řešení na internetu jen podle názvu.

Dobrovolný domácí úkol: Navrhněte, jak musí být zapojené osvětlení, když kterýmkoliv ze dvou vypínačů můžete kdykoliv změnit stav žárovky. *V jiné formulaci* – Jak ovládat žárovku ze dvou různých míst? *Pozn.: Pokud chcete dětem úkol usnadnit, řekněte jim, že jim k tomu nebudou stačit obyčejné spínače.*

Metodický komentář: Podle mých zkušeností je tato úloha stejně náročná pro žáky dvanáctileté, jako pro středoškoláky, vysokoškoláky i učitele, pokud se s ní předtím nesetkali. V některých letech úlohu zadávám přímo ve třídě a obvykle zhruba 5–10 žáků ji během několika minut vyřeší. Pokud je úloha zadána jako dobrovolný domácí úkol (který děti v mých třídách mohou řešit i s rodiči, musí však potom ve třídě svoje řešení vysvětlit a okomentovat), může se vám také stát, že dítě řeší problém s dědečkem elektrikářem a přinese vám na dřevěné desce velmi pěkné schodišťové zapojení (já ho dodnes používám jako učební pomůcku).

4. hodina

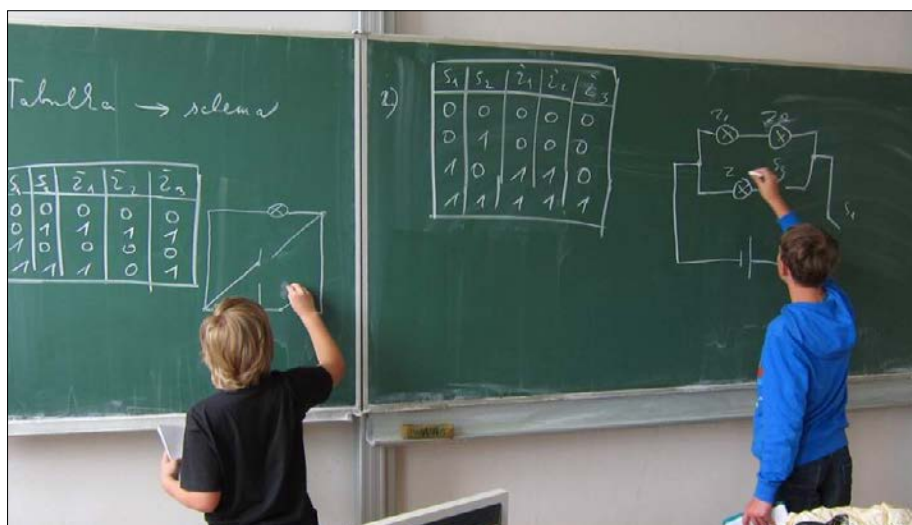
Probírané fyzikální jevy: schodišťové zapojení, řešení úloh 2. typu: **Od tabulky ke schématu a zapojení**

Použité pomůcky: do každé skupiny pomůcky dle zadání úloh

V této vyučovací hodině nejdříve zkontrolujte žakovská řešení domácího úkolu, pochvalte děti, které úkol správně vyřešily, nechte správné řešení nakreslit na tabuli a zapojení třídě ukažte.

Pak zadejte dětem 2–3 vyplněné tabulky „svítí–nesvítí“. Úkolem je nejdříve nakreslit schéma příslušného elektrického obvodu a pak obvod zapojit.

Pozn.: Žakovská řešení nemůžete kontrolovat jen podle svého „vzorového“ řešení. Řešení této úlohy nemusí být jednoznačné! Upozorňuji, že tento typ úloh je pro některé žáky poměrně náročný. Je potřeba jim nechat dostatek času na přemýšlení, nekommentovat, že jim to dlouho trvá, apod., ale naopak ocenit, že to zvládli.



Obr. 13 – od tabulky ke schématu

5. hodina

Probírané fyzikální jevy: řešení úloh 3. typu: **Od zapojení ke schématu a tabulce**

Použité pomůcky: do každé skupiny pomůcky dle zadání úlohy

V této vyučovací hodině zase žáci pracují ve skupinách. Určete jednoho žáka v každé skupině, o kterém předpokládáte, že by mohl úkol zvládnout, a nechte ho navrhnout jeho vlastní elektrický obvod (doporučuji povolit

použití maximálně 3 žárovek a dvou spínačů nebo 1 spínače a jednoho přepínače). Daný žák si nakreslí schéma a obvod zapojí. Ostatní žáci ve skupině zatím řeší (jen teoreticky) úlohy 1. nebo 2. typu. Poté, co je reálný obvod sestaven, ho autor dá spolužákům, aby nakreslili schéma tohoto obvodu (svoje schéma jim pochopitelně neukazuje) a vyplnili tabulku „svítí–nesvítí“. Jejich řešení pak zkontroluje. Máte-li dost času, je možné nechat žáky ve skupinách rotovat – řešit během hodiny víc úloh.

Tento typ úloh je také náročný – jak pro autora, tak pro ty, kteří provádějí analýzu reálného elektrického obvodu. Diskuze, které probíhají ve skupinách, bývají často dost bouřlivé.

Co dál?

V šestém ročníku již obvykle na této úrovni končíme, se složitějšími elektrickými obvody, měřením elektrických veličin a výpočetními úlohami se žáci znovu setkávají až v 8. ročníku.

Co se žáci naučili (kromě samotného učiva)

Budeme-li uvažovat, jaké dovednosti žáci během uvedených pěti vyučovacích hodin získali (či přesněji získávali), jaké kompetence rozvíjeli, dojdeme k seznamu, který může vypadat zhruba takto:

- zapojovat součástky – zde jde o manuální dovednosti
- popsat reálnou situaci obrázkem – jde o dovednost modelovat realitu
- vymyslet hypotézu, formulovat ji a vyjádřit (slovy, obrázkem, schématem)
- vymyslet řešení úlohy a ověřit svoji myšlenku, svůj nápad experimentem (dovednost řešit problémy)
- „digitálně“ zaznamenat chování elektrického obvodu (dovednost matematicky modelovat)
- domluvit se ve skupině (dovednosti spojené s kooperací)
- nenechat se odradit prvním neúspěchem, pěstovat vůli překonávat překážky
- uvědomit si, že chyba je normální, že se nikdo za chybu neposmívá, neironizuje (pochopení metody pokus–omyl)

To vše vede k rozvoji kompetence řešit problémy a kompetence k učení.

Domníváme se, že uvedený postup výuky přispívá k rozvoji vědeckého myšlení žáků, které by podle našeho názoru mělo být cílem veškeré výuky fyziky, a věříme, že i vaše žáky bude takto vedená výuka bavit stejně, jako baví žáky v Heuréce (<http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>).

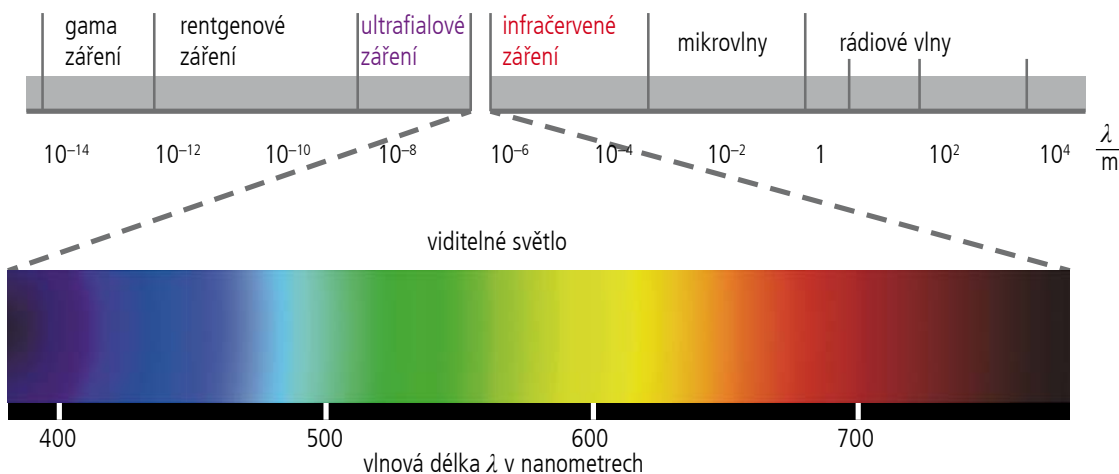




Citlivost oka ve světle kvantové mechaniky

Jana Pekařová¹, Gymnázium J. K. Tyla v Hradci Králové

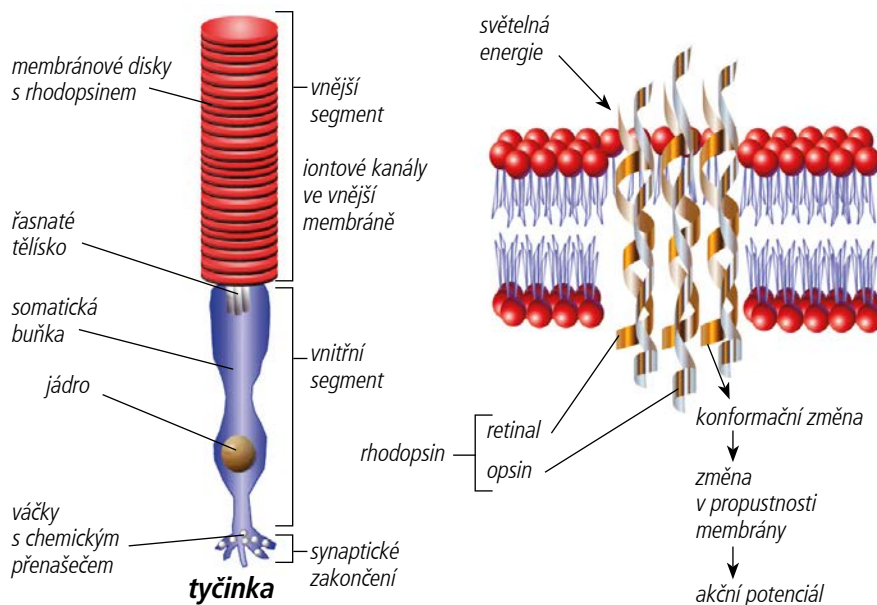
Viditelná oblast spektra slunečního záření je přibližně 380 nm až 780 nm (obr. 1). Na to, proč právě tuto oblast vidíme, lze v hrubých rysech odpovědět pomocí základních poznatků fyziky mikrosvěta, uváděných v gymnaziálních učebnicích [1]. Zrakovými receptory (fotoreceptory) v lidském oku jsou tyčinky a čípky. Tyčinky umožňují černobílé vidění, proto se uplatňují zejména za šera a za tmy. Čípky pak při intenzivnějším světle zajišťují vidění barevné. Pro zodpovězení uvedené otázky se budeme věnovat tyčinkám, u čípků pak jde o obdobný princip.



Obr. 1 – spektrum záření (podle [7])

Tyčinky obsahují bílkovinu rhodopsin, pigment citlivý na světlo. Při adaptaci na tmu se koncentrace rhodopsinu v tyčinkách zvyšuje. Rhodopsin vzniká syntézou bezbarvého proteinu opsinu a derivátu vitamínu A, retinalu. Proto je důležitou prevencí proti šerosleposti konzumace potravy, z níž může organismus potřebný vitamín A získat [2]. Rhodopsin je více či méně citlivý na všechny vlnové délky viditelného spektra. Maximum citlivosti se u něj pohybuje kolem 500 nm [3]. Stavbu tyčinky a procesy, které se v ní odehrávají, popsané v následujícím textu, znázorňuje obrázek 2.

Čím je vyvolán zrakový vjem? Do oka pronikají fotony světelného záření a každý z nich způsobí konformační změnu molekuly rhodopsinu, což je zrakový pigment tyčinek. Konformační změna ovlivní klidový potenciál buňky a vzápětí se vytvoří elektrický signál, který je přenášen zrakovými nervy do



Obr. 2 – stavba tyčinky a schematické znázornění vzniku akčního potenciálu absorpcí světelného záření retinalovou částí rhodopsinu (podle [4])

¹ pekarova@gjkt.cz

mozku. V mozku je pak zpracován a vytvořen obraz pozorovaného předmětu. Základem pro odstartování celého řetězce dějů tedy je, aby molekula rhodopsinu absorbovala foton (a tím mohlo dojít ke konformační změně). Kvantová fyzika vymezuje, při jaké vlnové délce přijímaného elektromagnetického záření může k absorpci fotonu dojít. Klade požadavek na energii fotonu.

Nejprve dochází k absorpci fotonu retinalovou částí rhodopsinu. Přijetí fotonu způsobí změnu konfigurace retinalu a ta pak vyvolá konformační změnu celého proteinu (molekuly rhodopsinu). Retinal si můžeme představit jako jednorozměrnou potenciálovou jámu o šířce L (odpovídající délce uhlíkového řetězce retinalu), v níž je „uvězněn“ elektron [5].

V tomto případě musíme vzít v úvahu, že elektron je částicí, jejíž pohyb je omezen jen na určitou část prostoru, může proto nabývat jen určitých dovolených hodnot energie, tj. energie je kvantována. Pro možné hodnoty energie částice v jednorozměrné potenciálové jámě v idealizovaném případě platí [1]

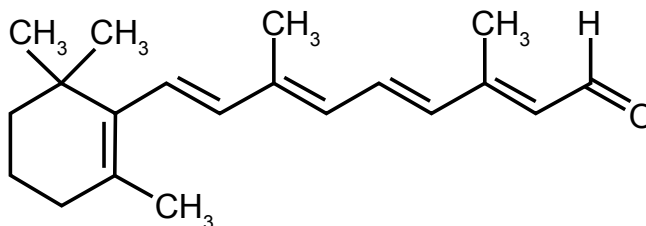
$$E_n = \frac{h^2}{8 \cdot m \cdot L^2} \cdot n^2, \quad (1)$$

kde h označuje Planckovu konstantu, m hmotnost částice (v našem případě elektronu) a n je přirozené číslo. Elektron může získat energii pohlcením fotonu jen tehdy, může-li přitom přejít z jedné hladiny energie na druhou. Jakou energii musí mít foton, aby mohl být absorbován molekulou rhodopsinu?

Pokud řetězec obsahuje N atomů uhlíku, N elektronů v základním stavu zaplní prvních $\frac{N}{2}$ dostupných hladin energie (na každé hladině mohou být jen dva elektrony, neboť pro obsazování hladin platí Pauliho princip) a první neobsazená hladina odpovídá $\frac{N}{2} + 1$. Minimální energie potřebná k přechodu elektronu ze základního stavu na první neobsazenou hladinu potom je

$$E = E_{\frac{N}{2}+1} - E_{\frac{N}{2}} = \frac{h^2}{8 \cdot m \cdot L^2} \cdot \left[\left(\frac{N}{2} + 1 \right)^2 - \left(\frac{N}{2} \right)^2 \right]. \quad (2)$$

Vyhledáme-li v odborné literatuře či na vhodných internetových stránkách strukturní vzorec retinalu (obr. 3), můžeme do vzorce dosadit vhodné hodnoty. Obdržený výsledek pak použijeme pro výpočet odpovídající energie.



Obr. 3 – strukturní vzorec retinalu (podle [6])

Ze strukturního vzorce určíme délku L řetězce. Délka jednoduché vazby mezi uhlíky je 0,15 nm a dvojná 0,13 nm. Vzdálenost uhlíku a kyslíku je 0,12 nm. Sečtením jednotlivých vzdáleností mezi atomy dojdeme k délce řetězce $L = 1,39$ nm.² Počet N uhlíků v řetězci je 10.³ Dosadíme do (2) a dostaneme

2 V řetězci je 5 jednoduchých vazeb o celkové délce $5 \cdot 0,15$ nm, tj. 0,75 nm. Dvojná vazba mezi uhlíky jsou v řetězci 4, dávající celkem $4 \cdot 0,13$ nm, tj. 0,52 nm. Dvojnou vazbu mezi uhlíkem a kyslíkem obsahuje řetězec jednu, a její délka je 0,12 nm. Délka celého řetězce pak je $(0,75 + 0,52 + 0,12)$ nm, tedy 1,39 nm.

3 Pozn. redakce: Uhlíkový řetězec znázorněný střídáním jednoduché a dvojná vazby je ve skutečnosti tvořen tzv. konjugovanou vazbou. U ní jsou vzdálenosti všech atomů stejné a všechny vazební elektrony jsou rovnocenné. Každý atom přispívá k této vazbě jedním elektronem delokalizovaným podél celého řetězce. Jde o analogickou situaci jako u benzenového jádra s tím rozdílem, že u benzenu a dalších arenů je řetězec uhlíkových atomů stočen do kruhu.



$$E = \frac{(6,626 \cdot 10^{-34})^2}{8 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (1,39 \cdot 10^{-9})^2} \cdot \left[\left(\frac{10}{2} + 1 \right)^2 - \left(\frac{10}{2} \right)^2 \right] \text{ J},$$

$$E = 3,43 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Vlnová délka pro foton s touto energií pak je podle definice $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$,

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E}, \quad (3)$$

$$\lambda = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,43 \cdot 10^{-19}} \text{ m},$$

$$\lambda \doteq 580 \text{ nm}.$$

Výsledná vlnová délka neodpovídá přesně skutečné vlnové délce, kterou světločivné orgány našeho oka nejlépe absorbují. Připomeňme si, že v literatuře uváděná hodnota maximální spektrální citlivosti tyčinek je v okolí 555 nm. Ovšem nezapomínejme, že jsme k výpočtu použili velmi zjednodušená přiblížení.

Použitá metoda odhadu velikosti vlnové délky záření absorbovaného vizuálním pigmentem je názorná pro pochopení určitých dějů probíhajících v tyčinkách nebo čípcích. To, jakou vlnovou délku světla zrakový pigment přijme, závisí na délce molekuly daného pigmentu (šířce potenciálové jámy). V tyčinkách a čípcích lidského oka však nedochází k vytváření takové chemické struktury, která by zachytila záření z oblastí mimo viditelné světlo (včetně infračervené anebo ultrafialové). Proto vidíme zhruba v intervalu 380 nm až 780 nm.

Literatura

- [1] ŠTOLL, Ivan. *Fyzika pro gymnázia – fyzika mikrosvěta*. Praha: Prometheus, 1994. 183 s.
- [2] *Vnímání barev*. Dostupné na internetu: <<http://www.ped.muni.cz/wphy/publikace/Jancovic1.html>>
- [3] NOVOTNÝ, Ivan, HRUŠKA, Michal. *Biologie člověka*. Praha: Fortuna, 1995. 135 s.
- [4] *Eyes!* Dostupné na internetu: <<http://cas.bellarmine.edu/tietjen/images/Eyes!.htm>> [cit. 21. února 2008].
- [5] LECAR, Harold, NOSSAL, Ralph. *Molecular and Cell Biophysics*. Addison. Redwood City: Wesley Publishing Company, 1991. 307 s.
- [6] ŠKÁRKA, Bohumil, FERENČÍK, Miroslav. *Biochémi*a. Bratislava: Státní nakladatelství technické literatury, 1987. 744 s.
- [7] *Princip fungování fotovoltaiiky*. Dostupné na internetu: <<http://www.czechsolar.cz/fotovoltaiika/princip-fungovani/>>

Poznámka: Obsah článku se stal součástí disertační práce autorky – PEKAŘOVÁ, Jana. *Biologie jako zdroj motivace ve výuce fyziky*: disertační práce. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta, 2011. 173 s.



Astronomické vtípky I.

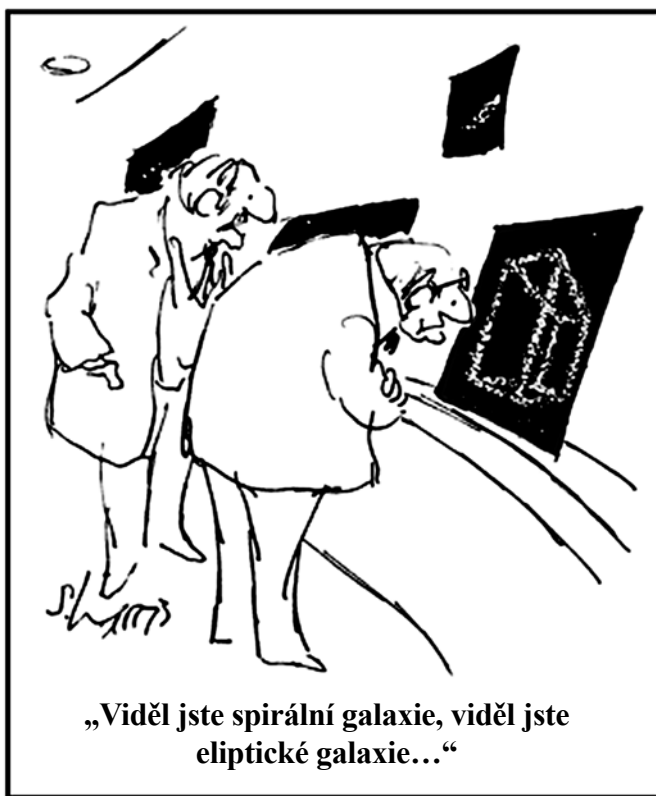
Z internetových zdrojů vybrali Ota Kéhar, Václav Kohout¹



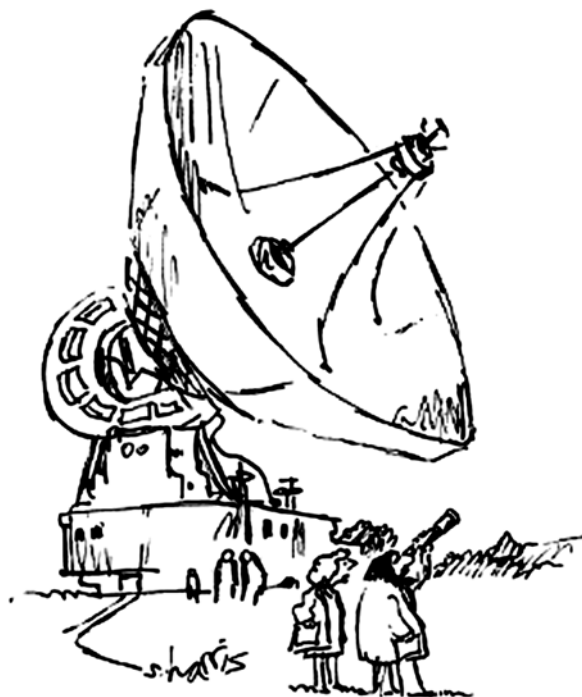
„Je to černé a vypadá to jako díra.
Řekl bych, že je to černá díra.“



Pokus popsat velikost
velkého třesku

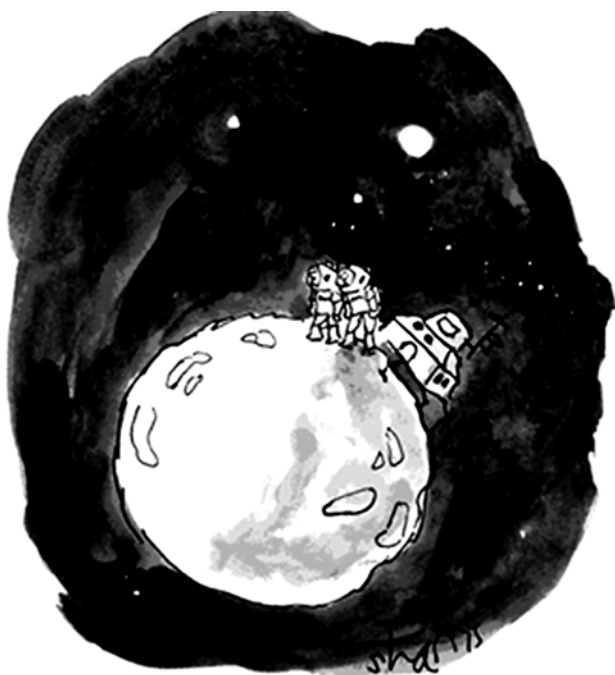


„Viděl jste spirální galaxie, viděl jste
eliptické galaxie...“



„Jen to kontroluji.“

¹ kehar@kmt.zcu.cz, kohout@fraus.cz



Vesmír před
Velkým třeskem
(skutečná velikost)



„Naposled jsem slyšel, že Medwick pracuje ve své laboratoři na modelu černé díry.“



Zdroj: <http://www.sciencecartoonsplus.com>

ŠKOLSKÁ FYZIKA

praktický časopis pro výuku fyziky

3
2013

Vydává

Fakulta pedagogická
Západočeské univerzity v Plzni,
Univerzitní 8, Plzeň

oddělení fyziky katedry matematiky,
fyziky a technické výchovy

ISSN 1211-1511